



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

**FACULTAD DE QUÍMICA, INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**

E.A.P DE INGENIERÍA QUÍMICA

Implementación de mejoras en el proceso de teñido disperso sobre fibra poliéster

Monografía

Para optar el Título de Ingeniero Químico

AUTORA

Rina Esther Velarde Santos

LIMA – PERÚ
2013

DEDICATORIA

A Dios	Por ser mi creador, mi luz y fortaleza
A mi padre	Andrés Velarde Escobedo que Dios lo tenga en su gloria
A mi madre	Rosa Santos de la Gala, por su ejemplo, sabios consejos confianza y amor incondicional
A mi Esposo y a mi Hijo	Por el apoyo y su paciencia a mi trabajo
A una amiga	Mercedes Mendoza por su ayuda y apoyo incondicional

AGRADECIMIENTOS

A mi madre	Por su apoyo en éste triunfo, que sea para ella el mejor reconocimiento de su esfuerzo
A mi esposo e hijo	Por su paciencia, apoyo y cariño, que fueron mi aliciente para seguir adelante.
A una gran amiga	Por su ayuda y valiosa colaboración en el desarrollo de éste trabajo
A la Empresa	Textil El Amazonas S.A. por su apoyo en esta realización del trabajo presentado para implementación de mejoras.
A mis jurados	Ing. Armijo, Ing. José Porlles e Ing. Marco Carbajal

INDICE GENERAL

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVOS	4
I. PRINCIPIOS TEORICOS	5
INSUMOS QUIMICOS	
1.1 FIBRA DE POLIESTER.	5
1.1.1 Obtención de la Fibra de Poliéster.	5
1.1.2 Propiedades De La Fibra	6
1.1.3 Posibilidades De Utilización.	7
1.1.4 Desventajas De La Fibra.	9
1.1.5 Procesos Previos A La Tintura.	9
1. LAVADO.	9
2. EL SECADO.	10
3. TERMOFIJADO.	10
4. EFECTOS DEL TERMOFIJADO.	11
5. EL TEXTURIZADO.	12
1.2 EL COLOR	13
1.2.1 Nociones de Colorimetría	13
1. EL OBJETO	14
2. FUENTE DE LUZ	14

3. MEDICION DE COLOR	15
4. SISTEMA CIE.	16
1.2.2 Colorantes Dispersos	17
1.2.3 Propiedades De Los Colorantes Dispersos	18
1.2.4 Clasificación De Los Colorantes Dispersos Por Su Grupo Químico.	19
1.2.5 Clasificación De Los Colorantes Dispersos Según Sus Propiedades.	20
1.2.6 Modo De Fijación Del Colorante A La Fibra.	24
1.3 COLORANTES DE DISPERSION.	26
1.3.1. Tamaño De Partículas.	26
1.3.2. Estructura Molecular Y Solideces.	27
a) Solidez A La Sublimación	27
b) Solidez Al Lavado	28
c) Termomigración	28
1.4 PRODUCTOS AUXILIARES UTILIZADOS EN LA TINTURA.	30
1.4.1 Humectantes o Tensoactivos.	30
1.4.2 Ácidos.	30
1.4.3 Estabilizador de PH o Solución Buffer.	30
1.4.4 Agente Dispersante.	30
1.4.5 Igualadores.	31
1.4.6 Carriers.	31

SISTEMA DE TEÑIDO

1.5. SISTEMAS DE TEÑIDO DEL POLIESTER.	34
1.5.1 Teñido A Baja Temperatura Sin Carrier.	34
1.5.2. Teñido Con Carrier A 100°C.	34
1.5.3. Teñido De Poliéster A Alta Temperatura (HT)	35
1.5.4. Teñido De Poliéster Por El Procedimiento Thermosol.	36

PROCEDIMIENTO DE TEÑIDO POR AGOTAMIENTO

1.6. CONDICIONES TECNICAS DE APLICACIÓN POR PROCEDIMIENTO DE AGOTAMIENTO	38
1.6.1. Dispersión	38
a. AGENTES DE DISPERSION.	39
b. ESTABILIDAD DE DISPERSIÓN.	39
c. CONSECUENCIAS	40
d. FACTORES DE ESTABILIDAD	41
1.6.2. Igualación	44
a. MIGRACION.	45
1.7. MAQUINARIA DE TINTURA.	46
1.7.1. Maquinaria De Tintura Por Agotamiento.	46
1.7.2. Autoclaves De Tintura.	47

II. VARIABLES CRÍTICAS

2.1. PRINCIPALES PROBLEMAS QUE SE PRESENTAN EN EL PROCESO DE TINTURA	51
---	----

2.1.1. Causas De Tinturas Defectuosas	51
2.1.2. Desmontado De Los Colorantes Dispersos	52
2.2. MATERIAL DE POLIESTER.	52
- PROBLEMAS DE DESIGUALDAD.	53
2.2.1. BOBINAS CRUZADAS.	53
- TIPOS DE BOBINAS.	53
- SOPORTE RIGIDO.	53
- DENSIDAD DE LA BOBINA.	54
III. MEJORAMIENTO DE PROCESO DE TINTURAS	56
3.1. MONITOREO DE PROCESO DE TINTURAS	56
3.1.1. Control De Las Maquinas De Teñir	57
3.1.2. Preparación De Personal.	57
3.2. MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE TEÑIDO.	59
3.3. SELECCIÓN Y CAMBIO DE COLORANTES.	62
3.3.1. Clase De Colorante A Usar (Tricromía Compatible)	63
3.3.2. Formulación En Laboratorio.	64
Control de Calidad	66
3.3.3. Materiales y Método	69
3.3.4. Sustrato – Características	70
3.3.5. Maquinarias e Instrumentos	71
3.3.6. Proceso De Tintura En Producción.	73

DIAGRAMA DE PROCESO DE TINTURA EN PRODUCCIÓN	74
3.3.7. Curvas De Planta.	75
3.4. DIAGRAMA DE FLUJO ANTES DEL CAMBIO Y DESPUES DEL CAMBIO.	77
3.5. IMPORTANCIA DEL TRABAJO DE LABORATORIO A PLANTA.	79
IV. COSTOS DE PRODUCCIÓN	80
4.1. COSTO DE RECETA TEÑIDO DISPERSO	80
4.2. DATOS DE PRODUCCION	84
4.3. COSTO MANO DE OBRA	85
4.4. COSTO DE GAS	86
4.5. COSTO DE ENERGIA ELECTRICA	87
4.6. COSTO DE AGUA BLANDA	88
4.7. RESUMEN DE COSTO	90
V. RESULTADOS E INTERPRETACION DE RESULTADOS	91
CONCLUSIONES	101
RECOMENDACIONES	103
BIBLIOGRAFIA	104
ANEXOS	106
GLOSARIO DE TERMINOS	112

INDICE DE FIGURAS

1.1	Obtención de la fibra de poliéster por polimerización.	5
1.2	Clasificación de colorantes según comportamiento térmico	23
1.3	Mecanismo de teñido de Poliéster	25
1.4	Secuencia de Teñido. Colorantes Dispersos en Poliéster.	36
1.5	Perturbaciones de la dispersión.	40
1.6	Autoclave de Teñido	49
1.7	Autoclave de Teñido de Alta Temperatura	50
2.1	Bobina Cruzada	55
3.1	Sistema con bomba estática	60
3.2	Sistema sin bomba estática	60
3.3	Comparación de baños de Exhaustion de diferentes familias de Colorantes	62
3.4	Curva de tintura de proceso con menos tiempo.	63
3.5	Muestras con Matices 0.25%, 0.50%, 0.75%	65
3.6	Muestra con el mismo matiz a temperaturas diferentes	67
3.7	Espectrofotómetro - Spectraflash 600 Plus	72
3.8	Proceso de Tintura en Producción	74
3.9	Curva de Teñido Para Colores Claros y Medios.	75
3.10	Curva de Teñido Para Colores Oscuros	75
3.11	Curva de Lavado Reductivo	76
3.12	Flujograma de Proceso antes del Cambio	77
3.13	Flujograma de Proceso después del Cambio	78
5.1	Curva de Teñido de Poliéster- Antiguo	92
5.2	Curva de Teñido de Poliéster- Optimo	92
5.3	Curva Poliéster colores oscuros	93
5.4	Comparación de Colores Claros	94
5.5	Comparación de Colores Medios	95
5.6	Comparación de Colores oscuros	96
5.7	Lotes Promedio Comparativo 2007 – 2011	98

ANEXOS

1. A	Compatibilidad de los colorantes	106
2. A	Muestras de Análisis de Compatibilidad 6 al 10	107

INDICE DE CUADROS

3.1	Programa de Tintura	64
3.2	Formulación de Teñido (varios Matices)	65
3.3	Análisis de Compatibilidad de los colorantes variando concentraciones a 130°	66
3.4	Formulación para Análisis de Compatibilidad de los colorantes variando Tiempos 10 y 20 minutos a 130°C	67
3.5	Análisis de Compatibilidad de los colorantes variando Tiempos	67
3.6	Colorantes Foron RD	69
3.7	Productos Químicos y Auxiliares utilizados	69
3.8	Características de la Fibra de Poliéster	70
3.9	Características de la Fibra Cortada de Poliéster	70
4.1	Costo de Receta de Teñido - R:B 1:20	80
4.2	Costo de Receta de Teñido - R:B 1:8	81
4.3	Costo de Receta de Teñido - R:B 1:6	81
4.4	Costo de Receta de Teñido - R:B 1:15	82
4.5	Ahorro de Costo por Lote de Producción	83
4.6	Costo Receta de Teñido Disperso 2007	84
4.7	Costo Receta de Teñido Disperso 2011	84
4.8	Costo Mano de Obra 2007	85
4.9	Costo Mano de Obra 2011	85
4.10	Costo Gas Natural 2007	86
4.11	Costo Gas Natural 2011	86
4.12	Costo de Energía Eléctrica 2007	87
4.13	Costo de Energía Eléctrica 2011	87
4.14	Costo del Agua Blanda 2007	88
4.15	Costo del Agua Blanda 2011	89
4.16	Resumen de Costo de Producción	90
5.1	Lotes mensuales antes del cambio años 2007	97
5.2	Lotes promedio mensual después del cambio año 2011	97
5.3	Tabla comparativa 2007 - 2011	99

ANEXOS

2A.	Formulación para Análisis de Compatibilidad de los colorantes variando tiempos (muestras de 6 al 11)	107
2B	Análisis de Compatibilidad de los colorantes variando Tiempos	108
2C.	Análisis de Compatibilidad de los colorantes variando Tiempos	109
3A.	Productos Auxiliares	110

RESUMEN

El presente trabajo expone la implementación de mejoras en el Proceso de Teñido en la Fibra de Poliéster, en la empresa Textil El Amazonas S.A. durante los años 2007-2011 hasta la fecha, como parte de la contribución profesional de ingeniería, que se descarga en el área de producción.

Los parámetros involucrados en el proceso de teñido son: el tipo de colorante disperso a usar, las condiciones de operación como: PH, temperatura, tiempo, auxiliares y material.

Los colores desarrollados, con un nuevo proceso de tintura rápida fueron con colorantes Rapid Dyeind que tuvieron mejores resultados que los colorantes que se encontraron, en la dirección anterior. Los resultados obtenidos demuestran un mejor desarrollo de color, en menos tiempo.

Las mejoras de la tintura, se consiguió realizando pruebas en laboratorio: bajando los tiempos, evaluando paralelamente los rendimientos del colorante y controlando las condiciones de operación. Así mismo en la planta se modificó la relación de baño, bajando el nivel de agua por ajustes mecánicos, en la máquina de teñido.

Con los cambios aplicados se ha conseguido aumentar el número de lotes producidos satisfactoriamente, elevando la producción diaria con el mismo número de maquinaria.

El ahorro que se obtiene, al tomar las medidas se refleja en la reducción de los costos al comparar entre los años 2007 antes y 2011 después del cambio bajando en un 10 % el costo de tintura.

Es recomendable continuar las investigaciones para mejorar y reducir el tiempo del proceso, implementar y hacer pruebas de nuevos procedimientos de auxiliares y acabados, con este proceso se mejora, para alcanzar permanentemente niveles de competitividad.

INTRODUCCIÓN

La empresa Textil El Amazonas S.A. fue fundada en 1947, siendo la empresa textil con más de 60 años en el mercado nacional e internacional. Se dedica a la venta de hilos de coser de poliéster y de algodón e hilo para bordar y tejer.

La tintura de hilos poliéster, es un proceso de grandes volúmenes debido a que ésta fibra sintética tiene un mayor consumo dentro del mercado mundial; por ello es importante en las operaciones de tintura, obtener el tono y solidez del color, por lo que se requiere el ajuste de parámetros operacionales y la adecuada selección de colorante dispersos.

Cuando se iniciaron los cambios de colorantes, el objetivo fue reducir los tiempos del proceso de tintura, pues el proceso era con un ciclo de teñido largo, y también realizar una selección adecuada de tricromía (3 colorantes) de los mismos. En la selección de colorantes se encontró recetas erradas, incorrectas, formuladas con colorantes de diferentes grupos de dispersión, diferente poder de subida a la fibra de poliéster. Si la tintura de colorantes no tiene el mismo poder de subida, los ligeros cambios que se tengan de un proceso, temperatura, densidad de bobina, etc., pueden producir cambios de matices y ser el motivo de los reprocesos.

Los colores desarrollados, fueron con colorantes Rapid Dyend que se obtiene una menor diferencia de color con respecto al estándar, en los diferentes cambios, que se pueda presentar en las condiciones del proceso de tintura si se comparan a los colores realizados con incorrectas selecciones de tricromías de colorantes que se encontraron, en la dirección anterior.

Debido a la complejidad actual del mercado las empresas tienen el reto de producir con alta calidad, bajo costo y paralelamente buscar alternativas de productos acabados que permitan encontrar nuevos mercados.

Este fue el motivo por el cual se realiza la búsqueda y soluciones de los elementos y parámetros que permitan que el teñido disperso sea apropiado

para conseguir reducciones de costos y rendimientos necesarios que hagan competitivo a la empresa.

Las medidas adoptadas durante el ejercicio profesional de la suscrita, ha permitido obtener impactos favorables con el ahorro de costos. Se obtuvo el 10% de ahorro en el proceso de tintura en el periodo 2007-2011.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema de mejoras en el proceso de teñido con colorantes dispersos, para reducir el tiempo de la curva de teñido del hilo del poliéster y el aumento de la eficiencia de las maquinas.

OBJETIVO ESPECIFICO

En el marco del objetivo general, se planificaron actividades y esfuerzos para concretar de manera precisa, los ajustes de los objetivos específicos.

Realizar el análisis de los parámetros operacionales, para minimizar el tiempo de proceso, sin sobrepasar el límite de tolerancia, en lo que concierne a la reproductibilidad y la igualación.

Incrementar la eficiencia de la máquina autoclave, para lograr una disminución del consumo de agua y de productos químicos.

Implementar una metodología de trabajo, con colorantes Rapid Dyend para una tintura rápida y segura.

Reducir el consumo de agua, de productos químicos y por lo tanto reducir el costo de tintura.

I. PRINCIPIOS TEORICOS

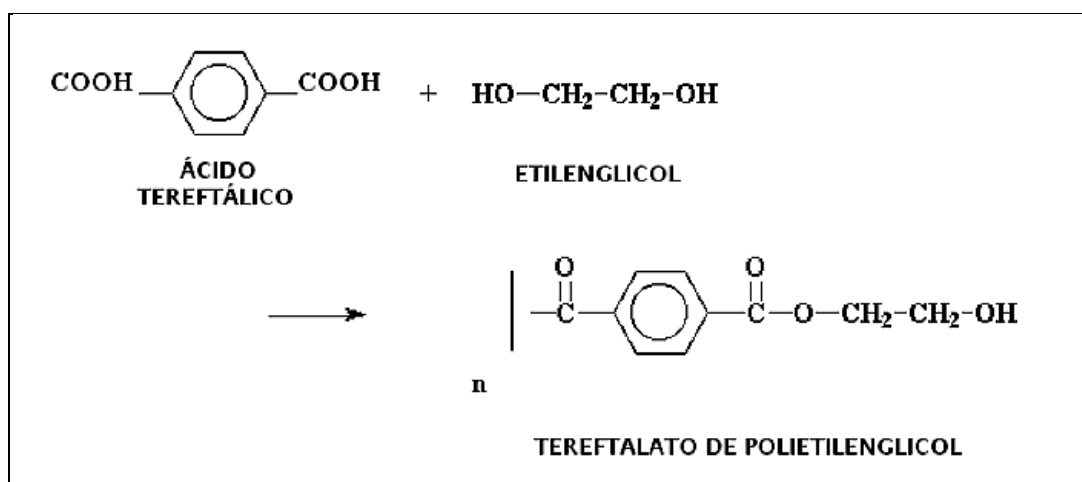
1.1. FIBRA DE POLIÉSTER

1.1.1. OBTENCION DE LA FIBRA DE POLIESTER.

El poliéster es una de las fibras sintéticas de más auge en los últimos tiempos en la industria.

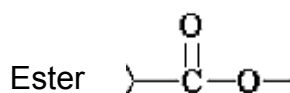
Es obtenido a partir del Acido Tereftálico y el Etilenglicol obteniéndose el Tereftalato de Polietilenglicol.

Figura 1.1. Obtención de la fibra de poliéster por polimerización



Fuente: Rodolfo Crespo. **Química de los colorantes**. 4ta. Edición, Colombia. Editorial Universitaria, 1999, pg. 387

Se le denomina poliéster por que contiene en su formula varios grupos "Ester", poli significa varios



Esta fibra ha tomado diferentes nombres comerciales de acuerdo a las diversas casas o firmas que la producían.

El poliéster es una fibra no iónica (porque no posee iones positivos ni iones negativos), es decir tiene una cadena que podría servir de eslabón para una relación fibra-colorante.

Por polimerización del etilenglicol con el dimetiltereftalato o con el ácido tereftálico se obtiene la fibra.

El condensado es hilado y estirado mientras las cadenas del poliglicol –tereftalato se orientan y cristalizan, lo que provoca una elevada cohesión interna (uniones Van Der Waals) y una mejor orientación de las fibras. Se obtiene una elevada resistencia a la rotura y un elevado punto de fusión.

Teniendo en cuenta que la fibra es muy compacta, la penetración del colorante en su interior es difícil. Las condiciones de tratamiento aplicadas durante la producción influyen en el grado de orientación de la fibra consecuentemente su capacidad de absorción de colorante. Esta situación puede modificarse mediante un tratamiento térmico posterior, con o sin tensión (fijado y texturizado).

1.1.2. PROPIEDADES DE LA FIBRA

La fibra de poliéster se distingue básicamente de las fibras naturales por las siguientes propiedades:

- Resistencia a la rotura
- Termoplasticidad
- Débil absorción a la humedad

Una parte de las propiedades indicadas a continuación pueden atribuirse a la elevada orientación molecular de la fibra.

- Resistencia térmica hasta temperaturas superiores a 200°C (punto de fusión: 250 – 260°C)

- Elevada resistencia a la rotura.
- Buena elongación.
- Buena estabilidad dimensional
- Buena resistencia a la arrugas
- Buena resistencia a la abrasión
- Termoplástica, pero fijable
- Buena resistencia a la luz

De todas las fibras convencionales, la de poliéster es la que posee el más bajo poder de retención del agua (5%) y el más bajo poder de absorción de la misma hasta el límite de la sensación de humedad (2%). La texturización (comprensión y tratamiento térmico simultáneos) provoca la formación de una fibra voluminosa y ondulada (rizada), cuyo “carácter textil” es apreciado para ciertos artículos.

La estabilidad dimensional es una ventaja importante que, sin embargo, puede afectar negativamente la eliminación de falsos pliegues formados durante el tratamiento.

La fibra de poliéster es insensible a la mayoría de productos químicos y a las bacterias. Debido a su estructura química, su resistencia a los ácidos es satisfactoria, pero los álcalis relativamente fuertes pueden provocar una saponificación de la fibra, en especial a temperaturas elevadas. Esta última propiedad se utiliza para fabricar hilados que imitan a la seda (descamación de la fibra).

1.1.3. POSIBILIDADES DE UTILIZACIÓN

Se fabrican diferentes calidades de fibras de poliéster:

- Brillantes o mates.
- De filamento continuo o de fibra cortada.
- Con sección redonda.
- En calidad estándar.

Además de su utilización en distintos sectores industriales (correas, neumáticos, etc.) Las fibras de poliéster se utilizan en prácticamente todos los sectores textiles. Mientras que para ciertos artículos el aspecto más importante lo constituye las propiedades de la fibra, en otras aplicaciones se apreciara sobre todo su rentabilidad y sus propiedades al uso. Para los artículos siguientes se requiere una resistencia a la rotura muy elevada y una buena elasticidad:

- Hilo de coser
- Encaje
- Redes de pesca
- Cintas y correas
- Prendas de trabajo
- Lonas

Debido a su resistencia a las arrugas, el poliéster se utiliza en:

- Vestidos de señora y caballero de fácil cuidado, en forma de poliéster puro o en mezclas con fibras naturales o celulósicas para tejidos de camisería y abrigos impermeables (los pliegues obtenidos por plisado y planchado resisten también los lavados repetidos).

El poliéster es también adecuado para artículos que precisen elevadas solidez a la luz y resistencia a la intemperie como:

- Cortinas
- Visillos
- Tejidos para tapicería
- Lona para velas.

Debido a sus excelentes propiedades de estabilidad dimensional de resistencia a las arrugas y voluminosidad, el poliéster se utiliza también en la fabricación de:

- Lencería

- Genero de punto
- Telas

Las fibras de poliéster se utilizan con frecuencia mezcladas con otras fibras naturales o sintéticas- para hacer más rentable el artículo producto. Sin duda que, en la mayoría de casos, las propiedades de las mezclas de fibras cambian respecto a las del poliéster puro:

- Mejorando de las solideces al uso (cuidado más fácil)
- Aumentando a la resistencia a la tracción o abrasión

Además, las mezclas permiten obtener efectos multicolores.

1.1.4 DESVENTAJAS DE LA FIBRA

La fibra poliéster presenta las siguientes desventajas:

1. Se ensucia con gran facilidad.
2. Tiene afinidad por los aceites y grasas.
3. Tiene tendencia a la formación del pilling por frotamiento (pelotita de pelusas de la fibra).

1.1.5 PROCESOS PREVIOS A LA TINTURA:

1. LAVADO:

Esta fibra como todas las fibras sintéticas requiere de una limpieza, a fondo, para eliminar restos de lubricantes que se usan en la hilatura y tejeduría.

Un lavado con 1-2 gr/l de un buen detergente y 0.5 gr/l de fosfato trisódico, es suficiente. La temperatura depende de las condiciones del material por lo general se hace entre 70-90°C. por 30 minutos.

Se debe tener presente que la temperatura no debe pasar los 100°C, porque un lavado alcalino a temperaturas más elevadas produce hidrólisis en la fibra.

2. EL SECADO:

La temperatura adecuada de secado es de 100 -120 ° C, preferible en una rama tensora.

3. TERMOFIJADO:

Para obtener las propiedades finales de la fibra, se le somete a un proceso de termo fijado.

El termo fijado es un tratamiento en caliente con estiramiento, lo cual orienta las moléculas de cadena larga paralelamente las unas a las otras, las mismas que quedan ligadas entre sí por el principio de Van Der Waals, por otra parte por los puentes de oxígeno, estos puentes solo tienen efectividad a corta distancia, o sea cuando las cadenas están ubicadas muy cerca las unas de las otras.

Esta orientación longitudinal y el número apreciable de puentes de oxígeno son entre otras, la razón de las pocas capacidades de absorción de humedad de la fibra.

Este proceso con la intervención del calor hace que las moléculas puedan deslizarse las unas al lado de las otras igualando tensiones internas, llegando a un estado de equilibrio con una energía interna mínima.

Mediante éste proceso, también se acorta las cadenas, por consiguiente toda la fibra encoge; porque con la energía del calor los puentes de oxígeno se rompen.

En resumen, la fibra sufre un proceso de fusión, que al enfriarse rápidamente, alcanza un potencial interno mínimo, lográndose una fusión de la fibra con los puentes de oxígeno libres. Esta es la teoría que explica el termo fijado termo plastificado, de lo que se deduce que debe darse los siguientes procesos:

- a. Calentamiento de la fibra, a una temperatura característica para cada una.
- b. Enfriamiento rápido.

Los límites de temperaturas están fijados hacia arriba por el punto de ablandamiento o fusión total y hacia abajo por la temperatura mínima para iniciar una reacción química.

La capacidad del termofijado es muy importante para la estabilización de la torsión de los hilados y la eliminación del encogimiento residual, además aumenta la resistencia a las arrugas y se obtienen una plisada resistente al lavado.

La temperatura de termofijado para el poliéster, se encuentra entre 200 -220⁰C. El tiempo necesario disminuye con una mayor temperatura, este debe de estar entre 30 a 60 segundos. En el poliéster un termo fijado posterior de la fibra, elimina un termo fijado anterior, siempre que se realice en condiciones más intensas.

A mayor temperatura, mayor es el grado de encogimiento por lo que es necesario que la fibra se mantenga bajo tensión.

Durante el proceso de termo fijado es indispensable encontrar correctamente las condiciones de operación, todo el tejido debe tener uniformemente las condiciones de termofijado para que sus propiedades también sean iguales.

El tejido debe mantenerse bien tensado para evitar las arrugas, las que solo se podrá eliminar con otro termo fijado más intenso.

4. EFECTOS DEL TERMOFIJADO:

- a. Efecto de teñibilidad de la fibra.
- b. Puede causar la sublimación de ciertos tipos colorantes que ya están presentes en la fibra.
- c. Mejora considerablemente la estabilidad dimensiones los tejidos y su resistencia al arrugado dando al tejido al mínimo el encogimiento del material teñido.

Los efectos negativos son:

- Tacto más duro
- Menor rendimiento del colorante.

- Sublimación (evaporación y degradación) de los colores produciendo un cambio de matiz.

El poliéster también puede ser termo fijado en crudo, pero la suciedad natural puede ser termo fijado, por tanto se prefiere un lavado previo, de lo contrario hay que hacer descruado fuerte, lo que no es muy recomendable. Esto depende de la forma de trabajo que adopte cada fábrica.

5. EL TEXTURIZADO:

Tiene por objeto darle crimp (ondulación) al poliéster con éste proceso se le da voluminosidad al material, debido al rizado permanente adquirido. Además el material adquiere las siguientes propiedades:

- a. Cuerpo
- b. Torque (torsión)
- c. Stretch (estiramiento)
- d. Potencial de encogimiento.

Las variables del proceso de encogimiento, son:

1. Tiempo
2. Temperatura
3. Tensión
4. Torsión

A esto se le llama el proceso de las 4T.

La fibra es rizada por las siguientes razones:

- a) Para facilitar su hilabilidad.
- b) Para aumentar su volumen.
- c) Para conferirles elasticidad

El proceso de texturizado se efectúa por la falsa torsión o convencional.

1.2 EL COLOR

El color de un compuesto está asociado con la absorción de la luz por acción de un cambio en su energía molecular interna y éste fenómeno tomaba lugar con muchas otras sustancias además de las que aparecían coloreadas ante la vista humana.

En nuestros días, las teorías se encuentran bastante desarrolladas cuantitativamente no sean de fácil entendimiento debido a la pesada y dificultosa matemática usada para predecir las bandas de absorción de ciertos compuestos.

El color ha sido utilizado por el hombre para expresar sus manifestaciones de interpretación de la realidad que lo rodea.

Los colorantes o pigmentos empleados para colorear los hilos hacen uso de su poder de absorción preferencial de ciertas longitudes de onda de las radiaciones electromagnéticas.

1.2.1. NOCIONES DE COLORIMETRIA

La región de las radiaciones electromagnéticas que alberga a las radiaciones visibles es muy pequeña; por consiguiente, a pesar que todos los compuestos absorben radiaciones electromagnéticas, sólo una porción de ellos absorbe las visibles.

Por éste motivo, los compuestos que aparecen blancos o incoloros ante nuestros ojos, poseen absorción en la región ultravioleta o infrarroja del espectro electromagnético.

Todos los compuestos absorben energía de la luz incidente y, de ésta manera, sus moléculas adquieren energía interna. La energía interna de una molécula, excluyendo la de translación, es de tres clases: electrónica, de vibración y rotacional.

Las tres características que determina el color son el brillo, matiz y saturación.

Desde el punto de vista físico, la producción del color requiere 3 elementos: Una fuente de luz, un objeto iluminado por dicha fuente y un observador para percibir el color.

Alternativamente, el ojo humano puede ser reemplazado por un detector fotosensible y un equipo auxiliar que aproxime la acción de detección de la luz.

El ojo humano percibe únicamente las radiaciones de la luz comprendidas entre 380 y 750nm (nanómetros, donde $1\text{nm} = 10^{-9}$ metros)

1. EL OBJETO

Un objeto se ve coloreado por que refleja ciertas longitudes de onda de la luz blanca que incide sobre él y absorbe otras.

El sistema de detección de color es el compuesto por el ojo, el sistema nervioso y el cerebro. Es esencial conocer en detalle, como el ojo y el cerebro trabajan para conocer el color. Los detectores de luz del ojo humano se denominan conos o bastocillos y están localizados en la cornea región central de la retina.

2. FUENTE DE LUZ

La luz Solar ha sido y probablemente será por mucho tiempo el iluminante de referencia.

Por esta razón cuando el CIE, estableció una serie de patrones de disminución para usar en colorimetría tuvo en cuenta la necesidad de reproducir con medios artificiales la Luz Solar al menos aproximarse.

Iluminante D65

En 1967, el CIE recomendó el iluminante D6500 o D65, correspondiente a una radiación solar de 6500 ° K, y equivalente a una irradiación directa diurna, siendo la que más se aproxima a la luz del día.

3. MEDICIÓN DEL COLOR.

Uno de los principios fundamentales de la colorimetría fue enunciado por Newton en 1672, y comprobado en la práctica por los experimentadores.

Afirma que cualquier color puede ser igualado por la suma de tres colores primarios convenientemente elegidos. De ahí que cualquier sistema que pretenda evaluar el color, trabajará con base en tres variables que lo descomponen.

Valores Tri estímulos

La CIE definió la adopción de tres valores triestímulos, en correspondencia a los pigmentos fotosensibles del ojo humano.

Estos valores son:

X: Triestímulo rojo

Y: Triestímulo verde

Z: Triestímulo azul

En donde

$$X+Y+Z=1$$

4. EL SISTEMA CIE.

El Comité Internacional de Iluminación, sus siglas CIE, suministró un método para la obtención de números que dan una medida de color de una muestra bajo condiciones estándar.

El espacio está descrito en una gráfica de coordenadas tridimensional.

El eje rojo-verde se designa por el tono a^* con valores positivos indicando un tono rojo y valores negativos un tono verde. El eje amarillo azul se llama b^* con valores positivos indicando los tonos amarillos y negativos los azules. La L^* o de luminosidad está situada en el centro del plano a^*b^* y es perpendicular a éste. La luminosidad relaciona el color a una escala continua de grises desde blanco hasta negro.

El espacio de color CIELAB se basa en un experimento basado en la apreciación visual de pequeñas diferencias de color en el espacio de color CIE. Para el análisis de diferencias de color, produciría información que dependería en que tono de color se estaría comparando. El tono se define como el atributo que determina si un color es rojo, azul, amarillo o verde, etc.

Se conoce como ΔH a la diferencia de tono entre dos colores, diferencia de saturación ΔC , una ΔC positiva indica que el color está más saturado o más vivo que el estándar; y una ΔC negativa indica que el color es menos saturado u opaco que el estándar.

El analizar color es más que una expresión numérica. Normalmente es un análisis de la igualdad o diferencia de un color al compararse con una norma establecida.

Al hablar del color de dos muestras individualmente cada uno sería clasificado como un color, pero cuando se comparan se hace las diferencias usando los Deltas.

Este sistema es muy práctico para evaluar diferencias de color. Al respecto se han definido los siguientes parámetros

ΔL : diferencia de luminosidad o de intensidad de la muestra contra el patrón establecido

ΔA : diferencia en eje rojo-verde

ΔB : diferencia en el eje amarillo-azul

ΔC : diferencia de cromaticidad

ΔE : diferencia total de energía.

$$\Delta E = \Delta L^2 + \Delta A^2 + \Delta B^2$$

1.2.2. COLORANTES DISPERSOS

Con la introducción al mercado del acetato de celulosa que es una fibra que posee 2 o 3 de sus grupos hidroxilos de la unidad de glucosa bloqueados por grupos acetilos, se necesitó de colorantes que puedan teñir diferente a los colorantes directos. Esto motivó que los químicos de colorantes se vieran en la necesidad de desarrollar una nueva clase de colorantes que pudieran satisfactoriamente teñir esta fibra hidrofóbica o de muy poca absorción de agua.

Después de numerosos experimentos llegaron a la conclusión que el nuevo compuesto coloreado debía poseer las siguientes cualidades.

- Muy poca solubilidad en agua.
- Debía ser de carácter básico.
- Poseer estructura química relativamente simple, para poder difundirse dentro de la fibra en corto tiempo.

Todos estos requisitos fueron aprovechados por químicos británicos quienes patentaron diferentes métodos para producir COLORANTES DISPERSOS usaron el ácido ricinoleico para dispersar compuestos azos y

di fenilamina para fabricar los colorantes dispersos, llamados por éste nombre por el agente dispersante usado.

La mayoría de fabricantes han encontrado diferentes maneras de preparar estas suspensiones, suministrando al técnico tintorero productos de fácil aplicación comparable con los colorantes directos para las fibras celulósicas.

Los colorantes dispersos proporcionan un gran margen de tonos de buenas solideces a la luz y la solidez al lavado depende de la velocidad de difusión en la fibra, por lo que es de esperarse que posean poca solidez para el nylon y alta para el poliéster.

Por no ser iónico, no son atraídos por las partes iónicas de las fibras por lo que no se muestran las irregularidades químicas de las mismas (barrado, manchas lineales).

Casi todos los colorantes dispersos subliman, ocasionando dificultades en ciertas operaciones de tintura.

Todas las fibras son en potencia disolventes de los colorantes dispersos, inclusive las hidrófilas, lo que constituye un inconveniente en el teñido de mezclas.

1.2.3. PROPIEDADES DE LOS COLORANTE DISPERSOS

Estos colorantes son compuestos orgánicos no iónicos que se aplican en dispersión acuosa. Se presentan como pigmentos rodeados de un agente dispersante.

Posee las siguientes cualidades:

1. Son poco solubles en el agua, formando una dispersión al mezclarse con ella.
2. Son colorantes no iónicos
3. Se unen a la fibra por medio de fuerzas no iónicas.

4. Los colorantes dispersos tienen la propiedad de sublimarse. Por lo que hay que tener mucho cuidado en el proceso de termofijado
5. Los colorantes dispersos están rodeados de cargas negativas, con ésta carga tienden a repelerse.
6. Son poco solubles en el agua, formando una dispersión al mezclarse con ella.

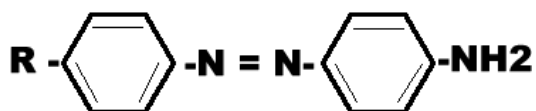
1.2.4. CLASIFICACIONES DE LOS COLORANTES DISPERSOS POR SU GRUPO QUÍMICO

Los colorantes de dispersión pueden tener diferentes estructuras químicas, las clases principales son las siguientes:

a. Colorantes azoicos

Estos colorantes tienen en su molécula uniones azo que son relativamente inestables, lo que explica, en muchos casos, la sensibilidad a la reducción de estos colorantes. No obstante, ésta particularidad puede ser una ventaja cuando se quiere destruir el colorante (por ejemplo en el lavado reductor o en el estampado con reserva).

Colorantes con un grupo AZO, son principalmente los monoazos derivados con grupo cromóforo $-N=N-$, al que pertenecen el 50% de los colorantes. Ej.

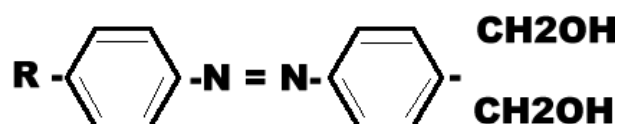


b. Colorantes antraquinónicos

Estos colorantes tienen una estructura mucho más estable sus moléculas son más pequeñas, por consiguiente, son muchos más móviles.

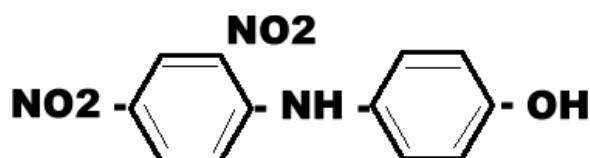
c. Colorantes que poseen grupo DIAZO

Con cromóforo $N = N$, este grupo pertenecen al 25% de los colorantes. Ejemplo.



d. Colorantes con grupo NITRO DIFENIL AMINA

Especialmente los amarillos y verde, con grupo cromóforo $-NH-$,
Ejemplo



Los colorantes dispersos no tiene grupo iónico en cambio posee, grupo sustituyentes como: $-OH$, $-NH_2$, $-NH$, $-CLCN$; que son grupos polares.

Los colorantes que actualmente están en el comercio, son:

Terasil	_____	_____	Química Suiza
Resolin	_____	_____	Bayer
Foron	_____	_____	Clariant

1.2.5. CLASIFICACIÓN DE LOS COLORANTES DISPERSOS SEGÚN SUS PROPIEDADES.

Una clasificación de los colorantes dispersos en grupos de propiedades tintóreas similares es beneficiosa como referencia para la selección de los colorantes a emplearse en una receta.

Afortunadamente existe una correlación entre las propiedades tintóreas y las solidez, a excepción de la solidez a la luz, con el

colorante disperso, la que es montada posteriormente sobre otra tela de poliéster sin teñir de manera tal que exista una separación de aire entre ambas.

Este arreglo de ambas telas es posteriormente sometido a la acción de calor a 210°C por un minuto.

La relación entre la facilidad de volatilización del colorante disperso y la cantidad de colorante transferida del algodón al poliéster es expresada como función del tiempo y temperatura de horneado para los diferentes colorantes dispersos.

La relación entre la facilidad de sublimación y la transferencia al poliéster del colorante disperso no es simple, pero se puede apreciar que los colorantes que no subliman fácilmente no pueden ser transferidos a la fibra de poliéster.

A medida que la sublimación aumenta, la transferencia también lo hace hasta llegar a un máximo de transferencia que luego decae hasta llegar a niveles mínimos.

Los colorantes de mayor solidez a la sublimación tendrán también las menores velocidades de teñido.

Este comportamiento térmico ha servido para clasificar los colorantes dispersos en cuatro grupos: A, B, C, y D de acuerdo a sus propiedades tintóreas y solidez térmica.

GRUPO A: En este grupo se encuentran todos los colorantes de pobre solidez a la sublimación, donde la volatilización del algodón es rápida y la transferencia al poliéster es baja.

Estos colorantes son los más fáciles de teñir por métodos de agotamiento; pueden ser aplicados a temperatura de ebullición sin la ayuda de un agente transportador, obteniéndose teñidos de alto poder de cubrimiento e igualación, pero de pobre solidez térmica.

La solidez a la luz es sin embargo aceptable, pero no son apropiados para teñir fibra poliésterica, por la inadecuada solidez al lavado y al calor que demandan los artículos fabricados con esta fibra.

Este grupo encuentra aceptación para el teñido de acetato de celulosa y nylon.

GRUPO B: este grupo de colorantes se encuentra situado en la región donde la transferencia al poliéster comienza a disminuir. Poseen excelente comportamiento tintóreo al ser teñido con la ayuda de agentes transportadores y poseen una buena solidez a la luz y una moderada solidez al color cuando son aplicados al poliéster.

Son especialmente recomendados para teñir poliéster texturizado por proveer excelente cubrimiento de las irregularidades del texturizado y una solidez térmica adecuada para las pocas exigencias que demandan estos artículos.

También son usados para el teñido de acetato de celulosa y nylon de mayor solidez que en el grupo A.

GRUPO C: Estos colorantes son los que más fácilmente son transferidos al poliéster. Poseen solideces térmicas superiores a las del grupo B y propiedades tintóreas aceptables sobre fibras de poliéster. Pueden ser aplicados con la ayuda de un agente transportador, aunque son más apropiados para el procedimiento de teñido termo sol.

Tiñen también el acetato de celulosa obteniéndose las mejores solideces al lavado y térmicas alcanzables en esta fibra.

GRUPO D: Estos colorantes poseen la mayor solidez térmica y por consiguientes no se volatilizan lo suficiente para ser transferidos en alta proporción al poliéster, al menos en el corto tiempo del experimento. Sin embargo a medida que se prolonga el tiempo, aumenta la volatilización y con ella la transferencia. Contrariamente a los del grupo A que al prolongar el tiempo el colorante se pierde y no es transferido al poliéster por ser arrastrado por las corrientes de aire del medio, estos colorantes son transferidos en mayor proporción no contaminando el ambiente, ni produciendo manchas por precipitación del colorante sublimado.

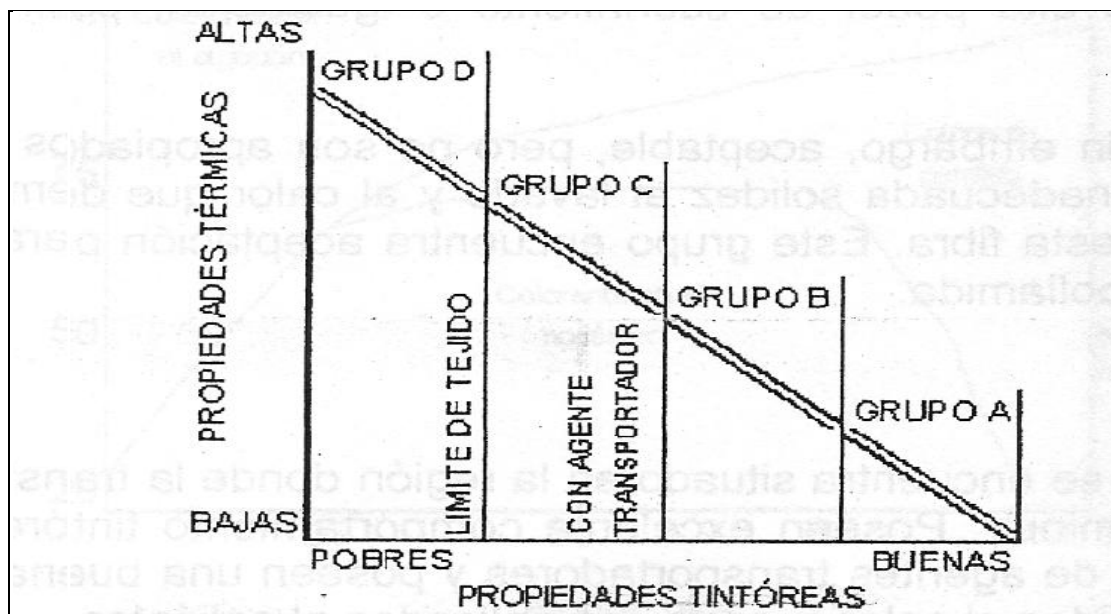
Obviamente son los más apropiados para el proceso termo sol, por poseer las mayores solidez térmicas.

Esta última propiedad los hace también apropiados para el teñido de mezclas poliéster-algodón que van a ser subsecuentemente usadas en artículos destinados a acabados de planchado permanente.

Por poseer pobres propiedades tintóreas no son recomendables para ser teñidos con la ayuda de agentes transportadores.

Pueden ser usados para teñir algunos matices pastel de alto solidez térmica acetato de celulosa siempre y cuando se usa un agente transportador. Ver ilustración en la figura 1.2.

Figura 1.2 Clasificación de colorantes según comportamiento térmico



Fuente: Mirko Raymondo Costa, Las Fibras textiles y su tintura.

Lima -1990. Pg.240

1.2.6. MODO DE FIJACIÓN DEL COLORANTE A LA FIBRA

Poco tiempo después de la introducción de los colorantes dispersos, presentaron dos teorías para explicar el comportamiento de ésta clase de colorantes.

Una teoría sugería que el teñido se llevaba a cabo a través de una solución muy diluida del colorante, solución que se mantiene saturada durante todo el proceso de teñido por disolución del colorante sólido de la dispersión, que actúa a manera de reserva.

De acuerdo a esta teoría se espera que el baño de teñido contenga el colorante en tres estados: colorante en solución, colorante en micelas y colorante sólido.

Solo el colorante en solución es absorbido por la fibra, lo que ocasiona un desbalance termodinámico provocando la ruptura de las micelas (conglomerado de moléculas que constituye una fase de los coloides) en colorante en solución y el colorante sólido en micelas, de acuerdo al siguiente esquema:



La otra teoría propuesta por Kartaschoff, mantiene que las fibras de acetato de celulosa cargadas negativamente atraen las partículas de los colorantes cargadas positivamente, formando una capa superficial de colorante, el colorante sólido se disuelve después en la fibra formando una solución sólida.

En los últimos años se ha llegado a la conclusión que ambas teorías toman lugar ya que solo moléculas individuales de colorante pueden penetrar los espacios que hay entre las largas cadenas moleculares de la fibra y actúa como un disolvente del colorante.

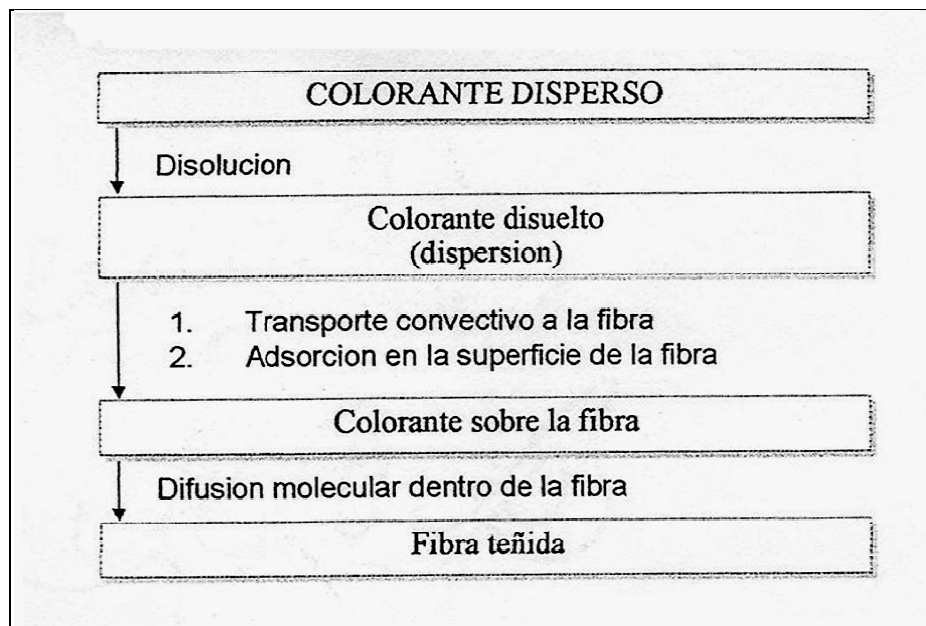
Bird ha demostrado que todos los colorantes dispersos poseen cierta solubilidad en agua a las temperaturas usadas en el teñido; aquellos colorantes de menor solubilidad son los más lentos en teñir.

Las diferentes maneras en que un colorante disperso tiñe una fibra hidrofóbica dependen de la accesibilidad de cada fibra para el colorante. Así los poliésteres puedan absorber tanto o más colorantes que el nylon o el acetato, siempre que el tiempo de teñido sea lo suficientemente largo. En otras palabras un colorante disperso se difusa más lentamente en el poliéster que en las otras fibras hidrofóbicas.

Existen dos formas de solucionar el problema de la difusión del colorante disperso en el poliéster:

- (I) Aumentar la accesibilidad de la fibra mediante el uso de agentes transportadores los que temporalmente ensanchan los poros o espacios intermicelares de la fibra.
- (II) Aumentar la velocidad de difusión por incremento de la temperatura de teñido.

Figura 1.3. Mecanismo de teñido de Poliéster



Fuente: Steven Browne. Dyeing-Finishing Technology
(Universidad de Carolina del Norte)

1.3 COLORANTES DE DISPERSIÓN

1.3.1. TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS

Un colorante de dispersión disperso en agua se presenta en forma de pequeñas partículas cuyo tamaño depende de una ley de distribución binomial, siendo el valor medio de 0,5 a 1 μm .

En relación al tamaño de las partículas, los colorantes de dispersión con características “ideales” deben presentar una curva de distribución estrecha, debido a existir un porcentaje importante de partículas cerca del tamaño medio de las mismas.

Una distribución más elevada es tan poco deseable como una distribución demasiado pequeña, ya que el colorante de dispersión se vuelve entonces muy inestable.

Cuando el tamaño de las partículas es muy diferente de los valores medios, pueden producirse los inconvenientes siguientes:

Partículas

- a. Las partículas más pequeñas, que se disuelven rápidamente, pueden provocar fenómenos de re cristalización
- b. Debido a la re cristalización, las partículas mas grandes tienen tendencia a crecer todavía más, lo que puede provocar precipitaciones de colorantes en la máquina o en la materia.

Dispersión

- c. Es imposible obtener una dispersión estable de pequeñas partículas sin la adición de agentes de dispersión. Estos forman alrededor de las partículas de colorante una especie de envoltura protectora que evita que aquellas se acerquen demasiado y se aglomeren. Además, las fuerzas eléctricas repulsivas influyen positivamente la estabilidad de la dispersión.

Tipos de agente de dispersión.

- d. Se utilizan diferentes agentes de dispersión aniónicos. Los sulfonatos de lignina, extraídos de productos naturales modificados, pueden considerarse como los principales agentes de dispersión, aunque también se utilizan otros productos sintéticos. Los agentes de dispersión no iónicos son derivados politoxilados para aplicaciones especiales, como el estampado con espesantes sintéticos.

Calidad de los pigmentos

- e. Las impurezas contenidas en el pigmento pueden perjudicar la dispersabilidad, pero de ciertos casos pueden tener un efecto positivo. También es importante la modificación de la estructura cristalina del pigmento, ya que ciertas formas de cristales se dispersan más fácilmente que otras.

1.3.2. ESTRUCTURA MOLECULAR Y SOLIDECE

Al igual que en la mayoría de las otras clases de colorante, la relación entre la estructura del colorante y las solideces no es siempre evidente. Se verá las solideces que son particularmente importantes en el caso de las fibras de poliéster.

a) Solidez a la sublimación

Respecto a esta solidez, que es específica de los colorantes de dispersión, se valora el comportamiento del colorante al pasar del estado sólido al estado de gas (fase gaseosa).

La sublimación puede producirse durante la fijación del colorante (termosolado, vaporizado) o durante el tratamiento térmico del género teñido. La solidez a la sublimación depende de dos factores principales que son el tamaño y la polaridad de la molécula. Además, también depende de las fuerzas de unión entre el colorante y el soporte. De acuerdo con su

utilización final, el poliéster puede teñirse en todas las etapas de su manufactura (fibra cortada, hilatura, pieza, etc.) pudiendo ser las especificaciones de solidez más o menos severas.

Se exige más en la tintura en fibra cortada, cable o cinta peinada que en la tintura en pieza. En el género teñido en pieza, a menudo, es indispensable la termo fijación, se efectúa antes de la tintura para asegurar su estabilidad dimensional. En el caso de fibra cortada, cable o cinta peinada, este tratamiento se hace después de la tintura y de la manufactura. En tales casos, los colorantes apropiados son los que cumplen las condiciones de termo fijación, deben ser resistentes a la sublimación.

b) Solidez al lavado

La solidez al lavado depende de la movilidad de las moléculas de colorantes y también de la presencia de grupos solubilizantes. En general, los colorantes de dispersión utilizados en las fibras de poliéster presentan las suficientes solideces al lavado para el uso común. Para casos especiales es conveniente seleccionar los colorantes.

c) Termo migración

Las solideces de las tinturas obtenidas con colorantes de dispersión en fibras de poliéster pueden verse reducidas por los productos aplicados a la fibra: avivajes (restos de agentes tenso activos) y de auxiliares de tintura, suavizantes, agente antiestáticos, productos de ennoblecimiento, etc.

El fenómeno de la termo migración puede ser provocado no solo por la acción del calor (por ejemplo durante el termo fijación, el planchado, la condensación), sino también a causa de un prolongado almacenamiento de los artículos textiles teñidos.

Algunos defectos provocados por la termo migración son, por ejemplo, la disminución de:

- La solidez al trote
- La solidez al lavado

- La solidez al agua
- La solidez al sudor
- La solidez a la luz
- La solidez a la limpieza.

1.4 PRODUCTOS AUXILIARES UTILIZADOS EN LA TINTURA

1.4.1 HUMECTANTES O TENSOACTIVOS:

Se utiliza para el descrudado o jabonado, generalmente las fibras sintéticas tienen de 3% a 6% de aceites, producto de la hilatura y tejeduría ; el cual si no es removido adecuadamente, es atraído por los colorantes dispersos, causando manchas en el material teñido.

El jabonado se puede hacer en Jet, Barcas o Sistemas convencionales de descrude continuo. Utilizando agentes tensoactivos no iónicos, aniónicos o la combinación de ambos, se puede adicionar un solvente como el Xileno, Varsol, Tolueno con el fin de eliminar los lubricantes, esto se hace cuando el material lo necesita.

1.4.2. ÁCIDOS:

Para la regulación del PH: Un PH muy ácido, neutro o alcalino puede alternar la dispersión.

El PH varía con la temperatura, por lo que el control debe hacerse al iniciar el teñido a la temperatura más baja posible.

1.4.3. ESTABILIZADOR DE PH O SOLUCION BUFFER.

Para regular el PH puede utilizarse ácido acético, sulfúrico de acuerdo al PH requerido por cada colorante.

1.4.4. AGENTE DISPERSANTE:

Producto que favorece la formación de la dispersión. El dispersante mantiene en suspensión al colorante durante la tintura, por lo que cuanto más intenso es el matiz de una tintura menor será la adición del dispersante.

El dispersante separa las partículas del colorante, neutralizando la atracción de cohesión entre ellas.

Si se trabaja a alta temperatura se debe seleccionar un dispersante de baja formación de espuma, del tipo de los sulfonados condensados de naftaleno formaldehído.

1.4.5. IGUALADORES :

Los igualadores tienen la finalidad de retardar la subida del colorante a la fibra, cuando estos tienden a subir rápidamente, generalmente son usados en el teñido a alta temperatura, especialmente cuando se tiñen matices claros y la concentración del colorante es mínima

1.4.6. CARRIER:

Es un auxiliar de esencial importancia en el teñido de fibras hidrófugas a baja temperatura. Es un producto que hace que penetre más fácil el colorante en la fibra al descompactar la estructura interna de ésta.

El carrier efectúa procesos físico- químico, distintos:

1. Actúa como un hinchante de la fibra.
2. Actúa como un elemento afín hacia la fibra y hacia el colorante, aumenta la solubilidad del colorante.

Todo carrier debe reunir los siguientes requisitos para cumplir bien su función:

1. Ser económico, empleándose en cantidades pequeñas.
2. De fácil aplicación, o sea que emulsione rápidamente y sea estable a la emulsión. No debe formar aglomeraciones.
3. No ser tóxico durante su aplicación.
4. De baja volatilidad.
5. No debe producir olor desagradable, fácil de eliminar y biodegradable.

6. No debe afectar las solidez de la tintura.
7. No producir irritaciones en la piel.
8. Debe proteger bien a las fibras naturales como la lana y el algodón.
9. Aumentar la velocidad de tintura y el valor de saturación de la fibra.
10. Debe hacer que el colorante suba hacia la fibra en un tiempo razonable. Si causa una rápida absorción del colorante produce mala igualación.

El carrier se comporta como un plastificante, debilitando las fuerzas sobre las moléculas de la cadena del polímero. El carrier debe penetrar en la fibra para ser efectivo y mientras mayor sea el número de moléculas del carrier, mayor será la reducción de las fuerzas dentro del polímero.

Las moléculas del carrier, tanto como del colorante, se difunde fácilmente a través de la fibra plastificada.

Después del teñido el carrier debe ser removido o de lo contrario se debe adicionar el carrier al baño en cantidades mayores a lo recomendado, porque el baño puede saturarse, formándose una segunda fase, e impide que se obtenga el tono requerido.

En caso de material defectuoso o mal texturizado, la adición del carrier contribuye a disminuir estos defectos.

Los grupos químicos de carrier mas empleados en la comercialización, son:

- Cloro benceno.
- Difenilo
- Fenil fenol
- Fenol
- Esteres aromáticos
- Metil naftaleno.

Para seleccionar el carrier adecuado deben de considerarse las siguientes variables:

1. Condiciones del material a teñir
2. Selección del colorante disperso.
3. Máquinas de teñido y propiedades del carrier.

1.5. SISTEMA DE TEÑIDO DEL POLIÉSTER

- a) Teñido a baja temperatura, 96°C - 100°C sin carrier.
- b) Teñido con carrier a 100°C.
- c) Teñido a alta temperatura (HT)
- d) Teñido por el proceso Thermosol.

1.5.1. TEÑIDO A BAJA TEMPERATURA, SIN CARRIER:

En cuanto a éste sistema sólo se emplea para tonos muy claros, además depende de cada colorante. Siempre existe el peligro de que el material se manche, con muy poca solidez a la sublimación, muy poca penetración del colorante en la fibra.

Aunque pueden agotar medianamente antes de los 100°C para obtener una mejor penetración.

En éste proceso por su poco agotamiento, la relación de baño debe de ser pequeña: 1/5, 1/10, 1/20 obteniéndose matices diferentes.

El baño de tintura se prepara con:

- 0.5 – 1 gr/1 de un dispersante.
- PH 5 – 5.5 con ácido acético.
- Temperatura inicial 60°C elevándola hasta 100°C.
- Tiñendo por un espacio de tiempo de 1 hora a 1.5 horas.
- Finalmente se le hace un lavado reductivo.

1.5.2. TEÑIDO CON CARRIER A 100 °C

Consiste en teñir a temperatura de ebullición con agregado de carrier, el cual va a intensificar la fijación y penetración del colorante en la fibra poliéster.

El baño de tintura es preparado con:

- 0.5- 1 gr/ l dispersante.
- 1 gr/ l de carrier
- 1-2 gr/ l de sulfato de Amonio (estabilizador del PH).
- PH de 4.5 – 5.0 con ácido acético.
- Después de 10 minutos añadir el colorante.
- Elevar la temperatura hasta 100°C en un espacio de tiempo de 40 minutos, manteniendo la temperatura por 1.5 a 2.0 horas.
- Hacer luego, el lavado reductivo con 1.5 – 3.0 gr/ l de hidróxido de sodio, 1-2 gr/ l de hidrosulfito de sodio y 1 gr/ l de un producto tensoactivo (jabonador), a 70 °C por espacio de 20 minutos.

1.5.3. TEÑIDO A ALTA TEMPERATURA (HT)

Por este método se pueden obtener tonos claros y oscuros con las mejores solidesces, con el inconveniente de que la adquisición de la máquina de teñido es mucho más costosa que las que trabajan a una presión normal.

La temperatura de teñido es de 120 °C a 130°C en aparatos cerrados con mejor poder de difusión y fijación, hasta el punto de prescindir del carrier ya que la velocidad de tintura aumenta con la temperatura y presión.

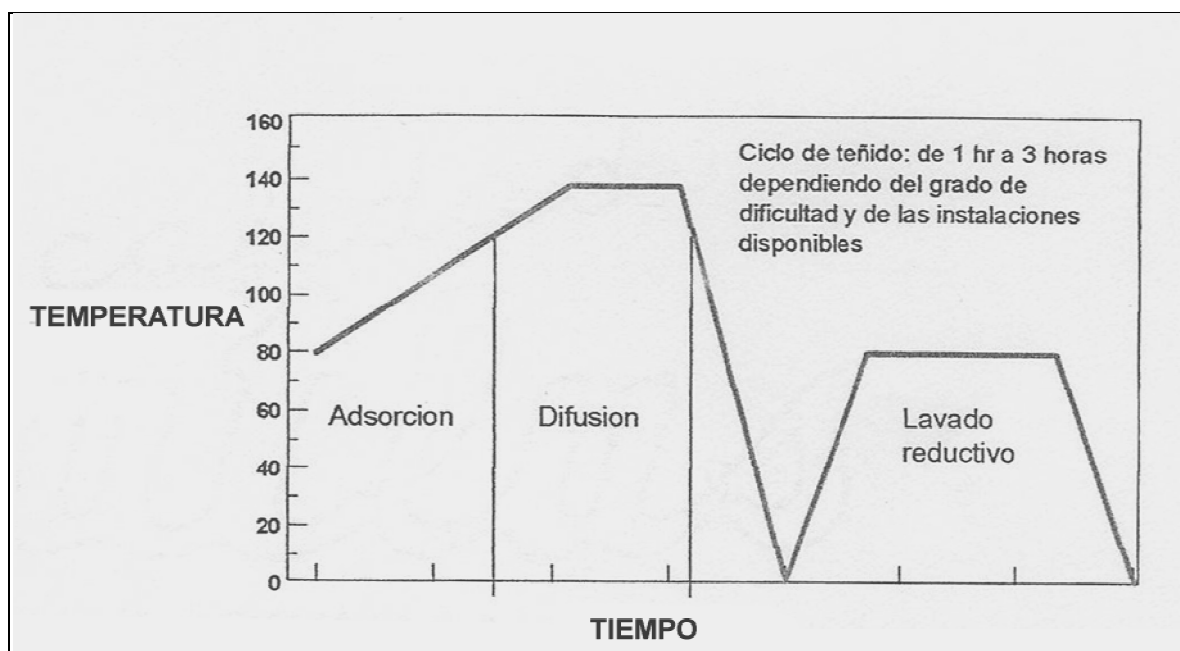
Por este método se tiñe el poliéster ya sea en hilo, cinta, filamento continuo, en tejido en mezcla.

El baño de tintura es preparada igual que los métodos anteriores exceptuando el carrier.

La tintura se inicia a 60 -130°C subiendo la temperatura lentamente hasta 130°C en 40 minutos. El tiempo de fijación es de 45 a 90 minutos.

Posteriormente se baja la temperatura a 70°C y se procede a hacer el lavado reductivo igual que en los casos anteriores.

Figura 1.4. **Secuencia de Teñido. Colorantes Dispersos en Poliéster.**



Fuente: Mirko Raymondo Costa .Las Fibras Textiles y su tintura. Lima 1990

Pg. 244

1.5.4. TEÑIDO DEL POLIÉSTER POR EL PROCEDIMIENTO THERMOSOL

Procedimiento a la continua es cuando el colorante es aplicado mecánicamente sobre la fibra y a continuación, por tratamiento térmico pasa por difusión (propagación) a su interior.

El procedimiento thermosol es un procedimiento a la continua de teñido con el uso de alta temperatura para lograr una rápida fijación del colorante en la fibra. Es uno de los métodos más sofisticados de gran rapidez y rendimiento (ahorra tiempo de producción).

Mediante éste método se trata de rodear o cubrir al poliéster con una capa de colorante en un grado de dispersión muy fino, por medio de una impregnación fulardado del colorante (entre dos rodillos), pre secado

parcial; luego el material es sometido a través de una cámara caliente a altas temperaturas como de 190⁰C a 220 ⁰C con tensión, a éstas temperaturas el colorante se difunde al interior de la fibra y es absorbido a una velocidad mil veces mayor que a 100⁰C y 130⁰C, fijándose el colorante en el material.

La temperatura de fijado y el tiempo de fijación a usar básicamente están determinados por el tipo de material y el colorante a usar.

1.6. CONDICIONES TÉCNICAS DE APLICACIÓN POR PROCEDIMIENTO DE AGOTAMIENTO.

El procedimiento por agotamiento consiste en que el colorante disperso sube del baño de tintura a la fibra, teniendo varias fases en el teñido.

Toda tintura tiene como finalidad teñir la materia textil en el tono deseado con una perfecta igualación en un tiempo reducido y de manera económica. Según el destino posterior de la materia textil deben tomarse en consideración, además, otros muchos factores como las solideces, el tipo de materia, las propiedades tecnológicas, etc.

En la tintura se muestra claramente las diferentes fases o fenómenos que intervienen durante la misma.

Se trata de:

- Empezar la tintura a una temperatura inicial adecuada con el baño que contiene los productos químicos y el colorante (la estabilidad de la dispersión del colorante juega un papel importante)
- Obtener una subida regular del colorante mediante una absorción o migración controlada (los colorantes deben tener igual subida).
- Agotar el baño y fijar el colorante (difusión) para obtener las solideces deseadas.

1.6.1 DISPERSIÓN

El colorante de dispersión utilizado para teñir las fibras de poliéster debe mantenerse en forma dispersa y estable durante la tintura, hasta el agotamiento completo del baño por disolución y subida progresiva sobre la fibra. En este aspecto, las turbulencias y la temperatura de tintura juegan un papel importante.

a. Agentes de dispersión

Además del colorante propiamente dicho, los colorantes de dispersión contienen agente de dispersión responsable de la perfecta dispersión del colorante en el baño de tintura.

Teniendo en cuenta que, con frecuencia la acción dispersante no es suficiente, debe añadirse un agente de dispersión. Los agentes de dispersión tienen como finalidad impedir la aglomeración de partículas de colorante y la re cristalización durante la tintura.

Los agentes de dispersión SANDOZ adecuados son.

- ✓ Liocol o liquido (para la tintura con poca espuma)
- ✓ Sandozol KB liquido.

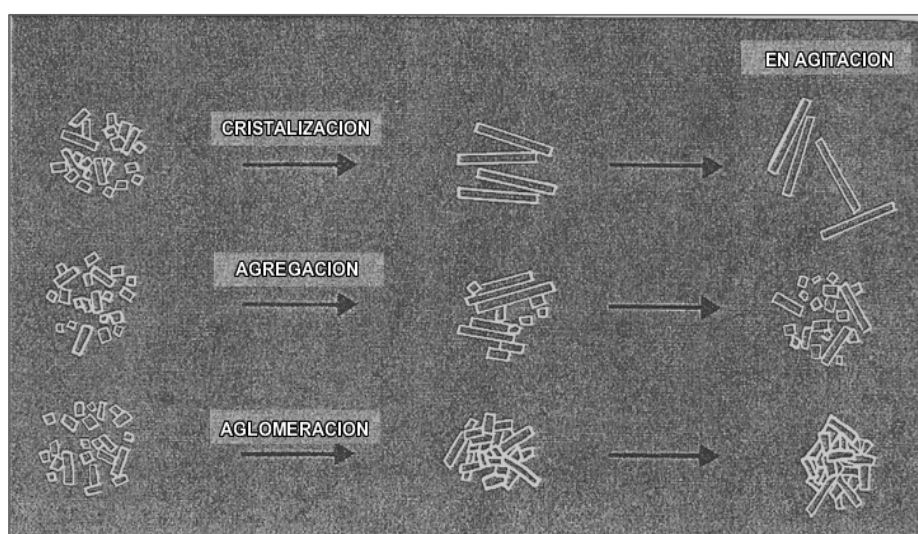
Se aplican 0- 2 ml/ l, según las condiciones de tintura y la cantidad de colorante.

b. Estabilidad de la dispersión

El estado de equilibrio de una dispersión descrito, puede modificarse cuando las partículas se aglomera, desaparecen (por disolución) o cuando se forman nuevas partículas.

Las perturbaciones de la dispersión que pueden producirse, pueden clasificarse de la siguiente manera: Ilustrado en la figura 1.5.

Figura 1.5. **Perturbaciones de la dispersión**



Fuente: Sandoz. Poliéster Técnicas de ennoblecimiento .
Año 2002.pg.42.

Solamente las agregaciones pueden dispersarse de nuevo.

Una estabilidad mediocre de la dispersión provoca precipitaciones del colorante.

c. Consecuencias

Las consecuencias prácticas son las siguientes:

- Manchas
- Débil velocidad de subida
- Bajo rendimiento tintóreo
- Tintura desigualada
- Reproductibilidad mediocre
- Ensuciamiento de los aparatos de tintura.

d. Factores De Estabilidad

La estabilidad de la dispersión depende de distintos factores como:

- Energía térmica

Ciertas dispersiones de colorantes pueden resultar completamente destruidas durante la fase de calentamiento a una temperatura bien determinada.

Los cuatro factores siguientes (A-D) están en relación directa con la influencia ejercida por la temperatura en la estabilidad de la dispersión:

A. solubilidad del colorante en función de la temperatura.

En casi todos los aparatos de tintura en los que el baño está en circulación, se registran variaciones de temperatura más o menos importantes.

B. Modificación de la forma de los cristales

En la síntesis de colorantes, ciertos colorantes de dispersión se presentan en una forma cristalina que es inestable a temperatura bastante elevada, durante la tintura AT (Alta Temperatura), ésta forma inestable puede transformarse en forma modificada estable. Las observaciones efectuadas hasta el presente hacen suponer que ésta transformación se efectúa a través de la fase disuelta, ya que la forma estable se presenta en forma de grandes cristales, originando separaciones por filtración en el sustrato.

C. Distribución del tamaño de las partículas

Cuanto más pequeñas son las partículas, más rápidamente se transforman en forma soluble, una distribución óptima del tamaño de las partículas debería situarse entre límites lo más reducidos posible y debería considerarse como ideal un valor medio de 0,4 – 0,8

micras. No obstante, debe tenerse en cuenta que, por diversas razones, estas condiciones no pueden obtenerse perfectamente.

D. Movimientos brownianos

La elevación de la temperatura tiene como efecto aumentar los movimientos brownianos de las partículas mientras que aumenta la probabilidad de acercamiento de las partículas que conducen a una aglomeración. (Teoría de Smoluchowsky: “Konkurrenzkampf”) (Lucha de competencia) entre energía térmica y energía de repulsión de las partículas).

- Energía mecánica

Además de la energía térmica, también la influencia de la energía mecánica juega un papel importante en la estabilidad de las dispersiones, especialmente en los modernos aparatos de tintura de gran rendimiento.

En las zonas de alta turbulencia, la probabilidad de colisión efectiva de las partículas es muy elevada. Este fenómeno se observa también en los aparatos tradicionales, por ejemplo, en caso de cavitación de la bomba.

Debe considerarse, pues, indispensable la utilización de colorantes de dispersión con una elevada estabilidad de dispersión.

- Relación con el tiempo

Los fenómenos anteriormente citados, relativos a la estabilidad de las dispersiones, en función del tiempo. Cuanto más tiempo las dispersiones de colorante son expuestas a las influencias antes mencionadas, más rápidamente se degrada su comportamiento. En consecuencia, la dispersión de colorante debe estar expuesta a ésta influencia durante el mínimo tiempo posible. En este aspecto, el tiempo de calentamiento, es decir el periodo durante el cual la colorante pasa del baño de tintura a la fibra, juega también un papel importante. Este período debe reducirse al mínimo.

Esto puede obtenerse cuando se trabaja, durante la fase de agotamiento crítico, a una velocidad de calentamiento compatible con la igualación de las materias.

- Influencia de los productos químicos

Los electrolitos pueden modificar la carga superficial que determina la energía de repulsión de las partículas y consecuentemente, la situación en el interior de la doble capa difusa, de manera que se produce una desestabilización del sistema y, por lo tanto, la formación de aglomerados.

- Influencia de los productos auxiliares

Ciertos productos químicos (carriers, agentes de igualación) ejercen una acción solubilizante importante en el colorante de dispersión. Podemos así aumentar o disminuir el riesgo de destruir la dispersión en la medida en que intervienen los factores mencionados en el párrafo "Energía térmica".

Independientemente del factor solubilidad ciertos productos químicos de tintura pueden ejercer una acción estabilizante o re estabilizante sobre las dispersiones de colorantes en función de la naturaleza y del comportamiento de estos productos químicos.

- Influencia ejercida por los restos de preparación que permanecen sobre la fibra

Se trata, con frecuencia, de aceites de hilatura, productos contra las cargas electrostáticas, emulsionantes, etc. En presencia de productos aniónicos, los productos catiónicos forman precipitaciones. Otros productos químicos pueden ejercer ciertas influencias si se encuentran todavía en el baño de teñido durante la tintura. En lo que se refiere a las preparaciones hidrosolubles, es suficiente, en general, lavar la materia con agua fría o caliente antes de la tintura".

- Influencia del PH

Los valores inferiores PH 4 pueden deteriorar, en ciertos casos, la acción del dispersante (y, por consiguiente, afectar la estabilidad de la dispersión).

El pH influye de muchas maneras en el matiz final.

A pH muy altos ciertos colorantes que poseen grupos hidroxilos pueden ser convertidos, a su forma enélica, de ésta forma tienen mayor solubilidad en el agua, por lo tanto agotan menos durante el teñido.

Los colorantes que poseen radicales esteres, en un medio alcalino, pueden ser saponificados, hidrolizándose el colorante, éste colorante posee otro matiz, es mucho mas soluble en agua y tiene menor afinidad por la fibra.

La mayoría de colorantes dispersos poseen estabilidad de dispersión a PH= 5.

1.6.2. IGUALACIÓN

El objetivo de todo procedimiento de tintura es el de obtener un efecto de igualación. El límite de identificación por el ojo humano de diferencias de intensidades y de tonalidades es del orden del 5%, aproximadamente. Las desigualdades inferiores al 5% deben considerarse como un mal aceptable y tolerable. En caso de materias en forma de fibra cortada y en cintas de peinado, esta “desigualdades tolerables” son más elevadas, ya que las pequeñas diferencias de igualación pueden ser compensadas por mezcla durante las transformaciones posteriores.

En la tintura por agotamiento tenemos la posibilidad de

- Calentar lo más rápidamente posible, sin tener que preocuparnos de la igualación hasta la temperatura de fijación e igualar, a continuación, por migración o bien

- Regular la velocidad de calentamiento de manera que consigamos obtener una adsorción controlada irregular del colorante en la materia durante toda la operación de tintura. Esta posibilidad permite racionalizar en gran manera la tintura.

a. Migración

La migración es el fenómeno que se observa cuando el colorante ha subido rápidamente sobre la materia, provocando una cierta desigualdad inicial de la tintura, y esta desigualdad se ve compensada por un traslado de colorante a medida que se va realizando la operación de tintura. De este modo, el colorante se transfiere de las partes oscuras de la materia al baño y de éste a las partes más claras.

La migración depende de los siguientes factores:

- Tipo de colorante
- Temperatura
- Duración
- Productos químicos.

Los colorantes de molécula pequeña, como p.ej. los colorantes Forón E son más móviles y migran mejor que los colorantes de molécula de grandes dimensiones, como son los colorantes Forón S.

La elevación de la temperatura aumenta la solubilidad de los colorantes en el baño de tintura, así como su movilidad. Estos dos factores tienen un efecto positivo sobre la migración.

Prolongando convenientemente el tiempo de tintura, se deben poder igualar, normalmente, todas las tinturas. Pero teniendo en cuenta ciertas consideraciones económicas y técnicas (formación de oligómeros), la duración de la tintura debe mantenerse dentro de unos límites razonables.

Añadiendo productos químicos, como carriers, se aumenta la movilidad y por tanto, se mejora la migración. Los agentes de igualación a base de compuestos orgánicos aumentan la solubilidad de los colorantes mejorando a la vez la migración durante la fase de subida, pero reduciendo el poder de fijación.

1.7. MAQUINARIA DE TINTURA

Cuando se analiza una máquina de teñir, al igual que con otros tipos de maquinarias, éste análisis puede efectuarse desde varios puntos de vista.

1. Mecánico, se fija en los dispositivos mecánicos que la integran, su forma de acción, la resistencia de los elementos a los esfuerzos que tienen en que soportar, la potencia adquirida, etc.
2. De proceso que en ella se realiza, se examina la acción que cada uno de sus órganos ejerce para cumplir el proceso que se efectúa en la máquina.
3. Económico se calcula fundamentalmente los consumos, la producción que efectúa y, en términos generales, en su rentabilidad.

La maquinaria de tintura puede tener influencia y puede ejercer sobre el proceso tintóreo.

1.7.1. MAQUINARIA DE TINTURA POR AGOTAMIENTO

Máquinas con la materia textil en estático y la solución tintórea en movimiento.

Es característico de estos sistemas que la relación entre el peso de la fibra y el de la solución en la cual se efectúa la tintura, conocida como RELACION DE BAÑO (R:B), es generalmente elevada y oscila entre 1/6 y 1/50.

Este tipo suele emplearse siempre que la disposición de la materia textil pueda resultar perjudicada si tuviese una agitación muy elevada en la solución tintórea; así, en la fibra y gran parte del hilado, se efectúa la tintura con el material textil sin movimiento y haciendo circular la solución a través de la materia, en estos casos, la materia textil recibe el nombre de “empaquetado” y la solución de tintura circula a través de dicho “empaquetado”.

- Maquinaria De Teñir Empaquetados Textiles

En las máquinas de teñir empaquetados, la tintura se efectúa por el paso de la solución tintórea a través de la materia textil dispuesta de tal forma, que se asegure un caudal uniforme en toda su masa.

La solución tintórea actúa como medio de transporte de las moléculas del colorante, disueltas o dispersas en su seno, quedando éstas absorbidas por la materia textil cuando pasan a través de la misma y se ponen en íntimo contacto con ella.

En esencia, todo dispositivo para la tintura de empaquetados consta de un recipiente metálico, que contiene la solución de tintura y en el que se introduce un porta materias, conteniendo la materia textil a teñir, de forma que cuando el líquido es impulsado al interior del recipiente por los conductos, puede atravesar la materia en una u otra dirección (I- E o E- I) interno –externo, o externo interno, de una manera uniforme; es necesario indicar que la forma como se presenta la materia es semejante a un cilindro hueco de un determinado espesor , y que la circulación se supone que preferentemente se efectúa en sentido radial.

1.7.2. AUTOCLAVES DE TINTURA.

- Las autoclaves de tintura generalmente trabajan a alta temperatura ya que las autoclaves que solamente operan hasta temperatura de 100⁰C, no suelen ser ya de uso corriente.
- La característica más importante de los autoclaves de alta temperatura es la de trabajar un sistema cerrado, el cual está sometido a una presión estática igual o superior a la presión del vapor de agua correspondiente a la temperatura a la cual se está tiñendo. El hecho de que existan fibras sintéticas que requieren temperatura de tintura del orden de los 130⁰C, como el poliéster, hace el que estos aparatos deban de estar diseñados para poder operar hasta temperaturas de 140⁰C.
- La temperatura fundamental que ofrece el circuito cerrado en comparación al circuito abierto, antiguamente empleado, reside

en evitar la cavitación de la bomba y por consiguiente, el caudal de ésta no se ve afectado por este fenómeno durante el proceso de tintura.

Los porta materiales de que van provistos los empaquetados para disponer la materia textil son de diferentes formas según el tipo de materia que deba ser teñida. La forma como la materia se presenta para ser teñida varia con el estado de su manufacturación y puede adoptar las siguientes modalidades.

- Características.

Las autoclaves de alta temperatura deben cumplir las siguientes características:

1. Operar en un circuito cerrado que evite la cavitación de la bomba.
2. Estar equipados con una bomba de caudal y presión que permita la tintura de empaquetados de diferentes características estructurales, como hemos dicho anteriormente, esto solamente puede cumplirse en parte cuando las autoclaves van destinados a usos muy específicos, debe concretarse este uso con el constructor para que éste suministre la bomba más adecuada.
3. Deben de llevar un dispositivo que permita, cambiar rápidamente el sentido de circulación del baño a través de la materia, sin que se produzcan golpes de ariete que puedan dar origen a deformaciones del empaquetado.
4. Deben de poseer un sistema que comunique una presión estática a todo el circuito, superior a la presión de vapor a la máxima temperatura de tintura.
5. Dispositivos para la adición de productos químicos a altas temperaturas.
6. Intercambiadores de calor y frío que sean capaces de obtener rápidamente la temperatura deseada.
7. Porta materiales que permitan una distribución uniforme de la solución tintórea en la materia textil. Ilustrado en la figura 1.6.

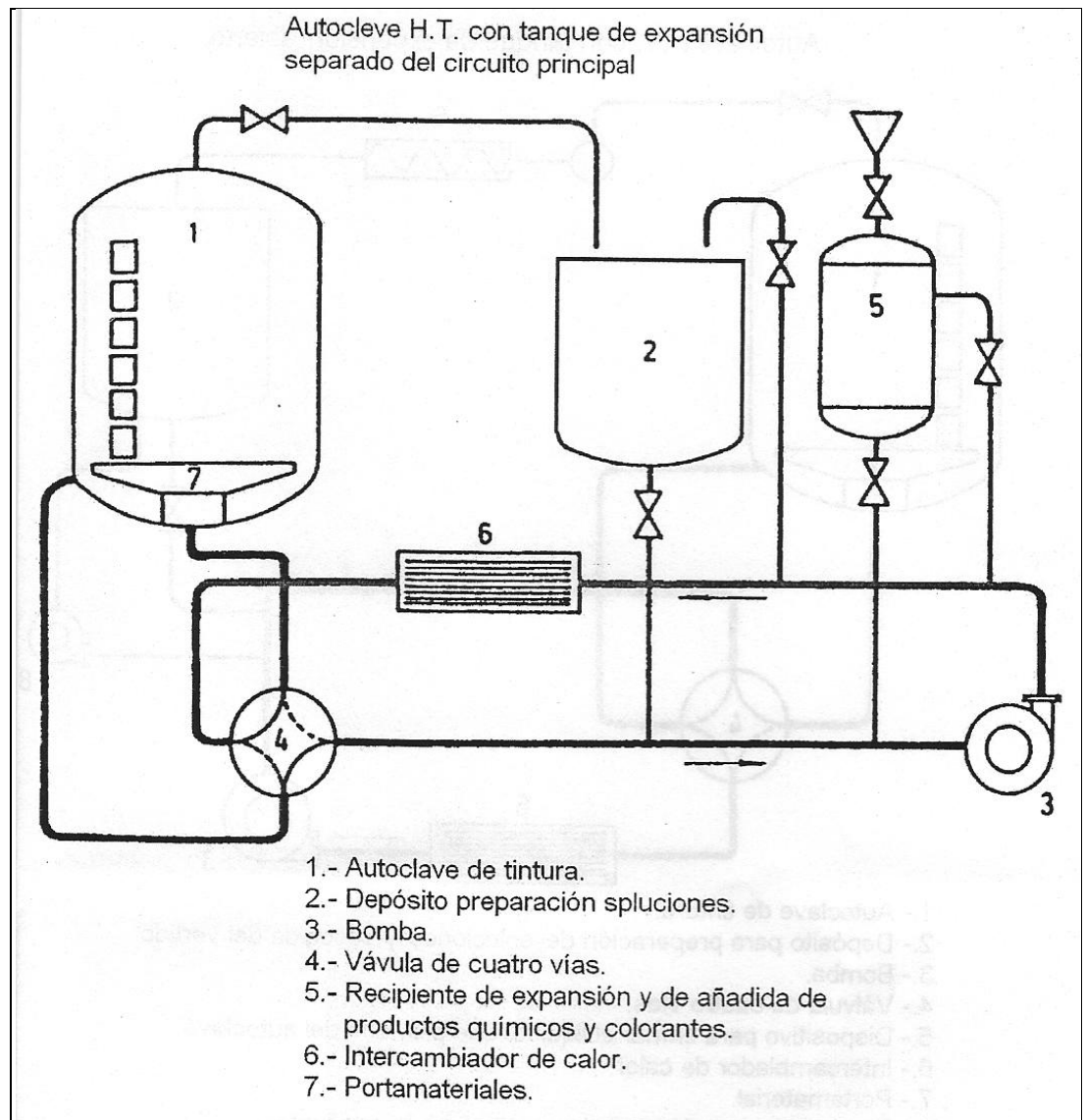
Figura 1.6. Autoclave de Teñido



Fuente: Elaboración propia.

Al trabajar en circuito cerrado es necesario que existan en éstas máquinas recipiente de expansión, que acumulen el incremento de volumen de la solución como consecuencia de la elevación de la temperatura, ilustrado en la figura 1.7.

Figura 1.7. Autoclave de Teñido de Alta Temperatura



Fuente: Reategui Sánchez Alberto Tesis. Automatización de Maquinas de teñir bobinas. Lima 2006

II. VARIABLES CRÍTICA

En la industria de tintorería como parte de la cadena productiva en el sector textil, se registran variables, que se codifica como crítico por cuanto su desempeño afecta los resultados finales a la calidad del producto.

El trabajo consistió en especificar cuáles eran las variables, críticas en el proceso de teñido, que efectos de mejoras se desempeñan, las cuales se conectan en los párrafos posteriores.

2.1. PRINCIPALES PROBLEMAS QUE SE PRESENTAN EN EL PROCESO DE TINTURA

- 1) Mala igualación
- 2) Quiebres, arrugas.
- 3) Manchas de colorante o de carrier
- 4) Diferencia de tonos entre el interior y exterior de una bobina.
- 5) Tonos diferentes ocasionados por la migración o sublimación.
- 6) Mala solidez al lavado y frote.

2.1.1. CAUSAS DE TINTURAS DEFECTUOSAS

- 1) Descrude deficiente
- 2) Mala preparación del colorante, auxiliares en mal estado no hay una buena dispersión del colorante.
- 3) Cambios bruscos de temperatura
- 4) Enjuagues deficientes
- 5) Fallas en el proceso
- 6) Deficiencia en el equipo

En cuanto a la disolución del colorante se debe tener mucho cuidado en la temperatura, no debe estar por encima de los 50⁰C, porque se puede estropear la dispersión además que disminuye la solidez al frote; el

colorante se debe empastar y diluir de tal manera que no queden partículas del colorante.

2.1.2. DESMONTADO DE LOS COLORANTE DISPERSOS

Las fibras poli estéricas teñidas son muy difíciles de desmontar debido a que la mayoría de agentes oxidantes y reductores no penetran en la fibra.

Los teñidos defectuosos en la práctica son corregidos para teñirlos a un tono más oscuro, intenso o en todo caso a negro.

Sin embargo, algunos colorantes dispersos pueden ser desmontados parcialmente rebajar las tinturas o igualar las manchas, por un tratamiento a ebullición con un detergente fuerte no iónico, en presencia de un carrier, la solución debe estar en un PH de 4 – 5 con ácido acético, el tiempo de tratamiento debe ser por 1 hora a 1.5 horas.

La receta posible aunque éstas generalmente tienen que ser ajustadas de acuerdo a las necesidades y condiciones de la planta, sería:

- 2.0 – 5.0 gr/l de hidrosulfito de sodio.
- 5-7 ml/ l Dispersante.
- 1 – 1.5 gr/ l Carrier (usado en la tintura).
- Temperatura inicial 60°C, hasta temperatura de ebullición.
- Mantener por su espacio de tiempo de 1-1.5 horas

2.2. MATERIAL DE POLIÉSTER.

La fibra suele teñirse en porta materias cuya sección transversal es la de una corona circular y cuyo espesor depende del tipo de materia a teñir. Dado que la fibra después de teñida es sometida a una serie de operaciones de apertura, mezcla y estirado durante los procesos de preparación e hilatura, no se requiere una absoluta uniformidad de la tintura

para que éste pueda ser considerada como aceptable; por ello, los problemas de igualación solamente entran en consideración cuando realmente alcanzan estados de desigualdad muy considerables.

- Problemas De Desigualdad

- Densidad de empaquetado de la materia textil superior a aquella que puede vencer el grupo electro –bomba.
- Producción de fugas considerable en la parte superior del empaquetado, como consecuencia de una desigual distribución de fibra.

2.2.1. BOBINAS CRUZADAS

La tintura del hilado en forma de bobina ha pasado a ser uno de los procedimientos más empleados para la tintura de los hilados, ya que este tipo de tintura reduce los precios de coste, en relación a la tintura del hilado en madeja, en el manufacturado de los hilados.

- Tipo De Bobina

El empaquetado del hilado para ser teñido en forma de bobina se efectúa por el arrollado del hilo en un soporte agujerado, de través de cuyos orificios penetra el baño para ponerse en contacto con la materia.

- Soporte Rígido

Es aquél que es indeformable, tanto en el bobinado como durante el proceso de tintura y que, por consiguiente, no permite absorber las tensiones que se puedan producir en el hilado como consecuencia fenómeno de contracción que ocurre durante el proceso de tratamiento en húmedo.

- Densidad De La Bobina.

La buena penetración del baño de tintura a través de la bobina cruzada depende de la densidad de la misma. El líquido al penetrar por un cuerpo poroso busca el camino de menor resistencia. Si se colocan bobinas de densidad diferente en un aparato de tintura, el baño penetra más fácil en las bobinas blandas y con menor densidad que en las bobinas duras, apareciendo las desigualdades. Si en una misma bobina hay grandes diferencias de densidad, es seguro que habrá diferencias de teñido en la bobina. Por lo tanto la densidad debe ajustarse a los valores exigidos por el tintorero.

En la practica el caudal de los aparatos de tintura está entre 16 y 30 litros de baño por Kg. de hilo /min., por esta razón se exige por parte de tintorería una densidad entre 0.3gr/cm³ hasta 0.4gr/cm³.

El diámetro de las bobinas cruzadas por lo general está entre 130mm. Y 170mm.

La influencia de la densidad en el proceso de bobinado es determinado por tres factores:

a) La tensión del hilo:

Debe ser igual a todas las bobinas constante. La tensión del Hilo ayuda a regular la densidad del enrollado. En las zonas de tensión baja, 1 gr de cambio de tensión significa un cambio en la densidad de 0.006gr/cm³, mientras que al principio de subida de la tensión en la bobina, 1 gr es una pérdida de densidad de 0.004 gr/cm³. Por lo general se utiliza una tensión sobre hilo equivalente a un 10% de la resistencia media de este.

Diámetro de la bobina: 150mm.

Velocidad: 600m/mm.

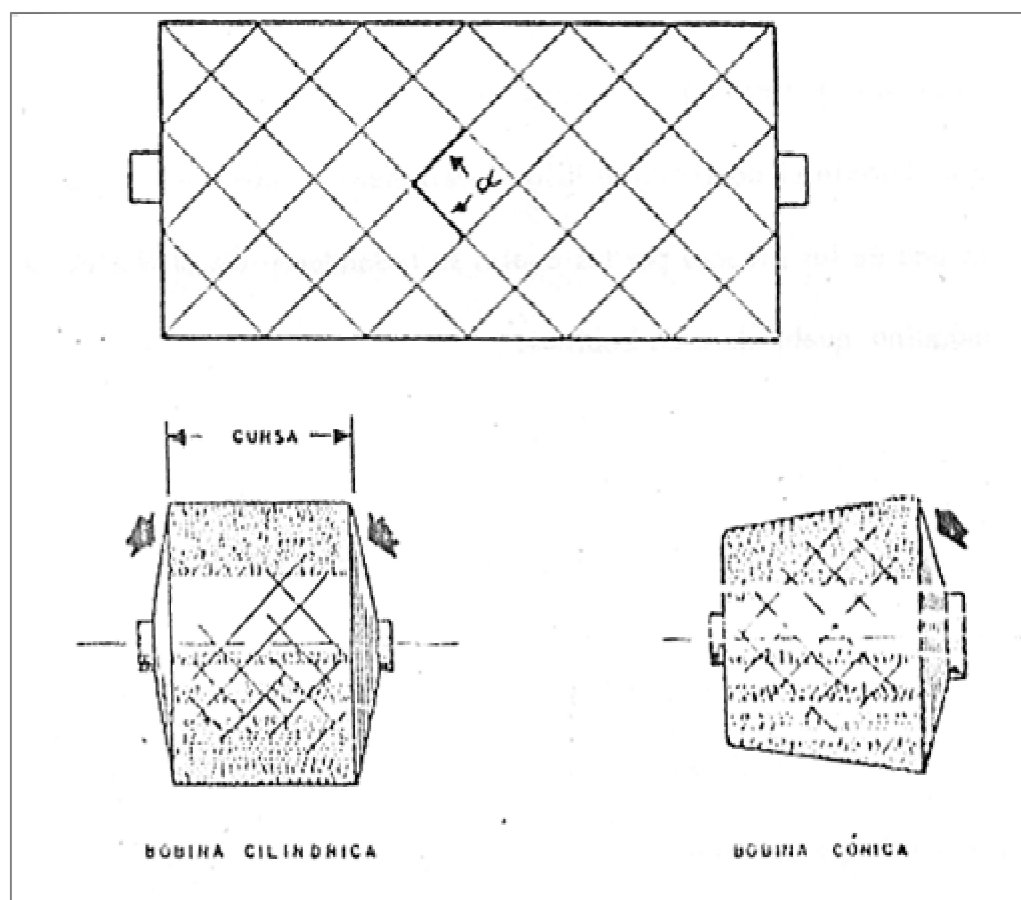
b) La presión de apoyo de la bobina sobre el porta-bobinas:

Quitando o poniendo peso en el porta-bobinas de envoltura se puede regular la presión entre el guta-percha y la bobina cruzada. De esta forma se influye en la densidad de enrollado.

c) El ángulo de cruzamiento del Hilo:

Cuando todos los hilos se colocan en paralelo la densidad de enrollado de la bobina cruzada es alta, ósea con un ángulo de cruzamiento de 0° u 180° . La densidad más baja se obtiene con un ángulo de cruzamiento de 90° . Las envolvedoras modernas trabajan con un ángulo de cruzamiento entre 120° y 160° . Se ilustra en la

Figura 2.1. **Bobina Cruzada**



Fuente: Ilustración propia

III. MEJORAMIENTO DE PROCESO DE TINTURAS

3.1. MONITOREO DE PROCESO DE TINTURAS

Si se establecen los siguientes controles se puede llegar a minimizar los problemas y las fallas, aumentando en esta forma la productividad.

1. No procesar bobinas que presenten problemas de envoltura, separarlas y devolverlas.
2. Hacer un control sistemático en cada proceso de teñido, desde el momento que se verifica que el lote al cargar sea el correcto; así como que se cumpla la curva de teñido, hasta el proceso de exprimido, secado, haciendo cumplir los parámetros establecidos.
3. Al introducir el porta-material a la máquina, colocarlo en forma correcta sobre la base de ésta y asegurarlo en la parte superior de forma que quede rígido y no se mueva.
4. Antes de cargar la partida a la maquina verificar el material, la receta; así mismo los productos químicos y auxiliares.
5. Verificar que las maquinas se encuentren limpias.
6. Para programar tonos claros y blancos, deben encontrarse las maquinas limpias, de no ser así lavar la máquina.
7. Verificar que las bobinas estén envueltas en tubos limpios, cargarlas en porta materiales y con separadores limpios; y que la maquina donde se va a procesar esté limpio, de no ser así lavar los implementos.
8. Controlar las variables del proceso, tales como: Rata de calentamiento, temperaturas, tiempos de sostenimiento, PH, funcionamiento de las bombas de circulación, presión, que los cambios de sentido de circulación se hagan correctamente.

3.1.1. CONTROL DE LAS MÁQUINAS DE TEÑIR

1. Programar periódicamente mantenimiento predictivo a la maquinaria.
2. Mantener stock y repuestos para la maquinaria, sobre todo de aquellas piezas que se dañan con más frecuencia.
3. Efectuarle un seguimiento a la maquinaria en lo relacionado con problemas mecánicos, eléctricos y de controles.
4. No trabajar maquinas que estén funcionando mal, hasta que estén reparadas.
5. Las maquinas en mal estado, viejas y obsoletas se deben cambiar por maquinas nuevas y automatizadas.

3.1.2. PREPARACIÓN DE PERSONAL

1. El trabajo debe realizarse en grupo y dándole participación al personal para hacerle sentir importante dentro de la organización.
2. Conocer bien el reglamento de trabajo y aplicarlo.
3. Las comunicaciones deben ser rápidas y oportunas, tanto de arriba hacia abajo como de abajo hacia arriba.
4. Que cada persona haga bien lo que le corresponda hacer en su trabajo y lo haga bien desde la primera vez.
5. El trabajo se debe planear, organizar, dirigir y controlar lo mejor posible.
6. Capacitación del personal en el manejo de toda la maquinaria, se realiza teniendo como guía los manuales elaborados. Lográndose que todo el personal conozca el manejo de la totalidad de las maquinas al igual que todos los oficios, lo cual facilita los reemplazos en caso necesario.

7. Capacitación del personal, de la parte teórica del proceso de teñido de colorantes dispersos.
8. Evaluar el comportamiento y actitud del personal cada 6 meses y comentarle sus fallas y sus logros para su conocimiento que son evaluados.

3.2. MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE TEÑIDO DISPERSO.

La optimización de la tintura se consiguió realizando pruebas en laboratorio, evaluando el rendimiento de los colorantes, seleccionando colorantes Rapid Dyeind para la tintura con ciclos de teñidos con menos tiempo, buena compatibilidad para una tintura rápida y segura .

Con los colorantes Rapid Dyeind se establecieron curvas optimizadas en el proceso (teñido a alta temperatura).

Se controló adecuadamente el proceso, estableciendo los procedimientos como la curva de teñido optimizada.

Las máquinas de teñido Autoclaves se modificaron especialmente para el desarrollo de la tintura de hilos de coser poliéster.

Las mejoras que se hicieron en las maquinas fueron:

- a. Redistribuir las espadas en el porta material para aumentar el número de 3 a 4, para bajar la relación de baño.
- b. Modificar las espadas para carga variable para poder trabajar 3 niveles.
- c. Eliminar la bomba estática y transformarla en bomba de adición de productos químicos, colorantes y auxiliares. Ilustrado en las siguientes figuras 3.1 y 3.2.

Figura 3.1 **Sistema con bomba estática**
Alta relación de baño.

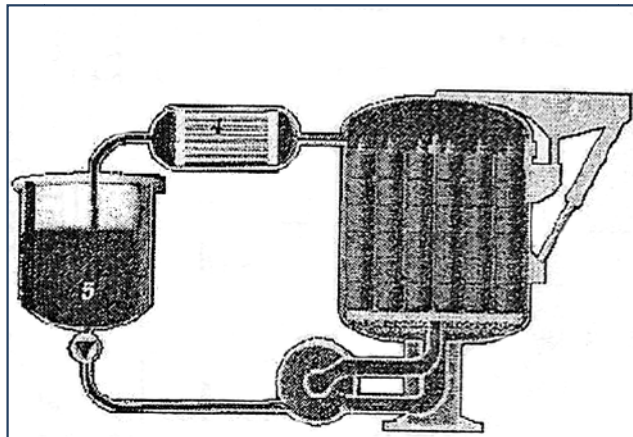
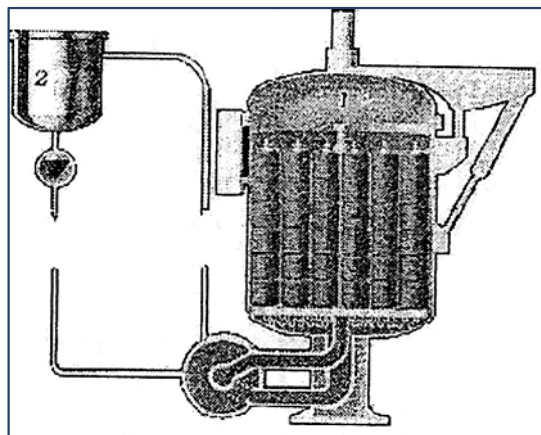


Figura 3.2. **Sistema sin bomba Estática**
Baja relación de baño



Fuente: Reátegui Sánchez, Alberto. Tesis. Automatización de maquinas de teñir bobinas. Lima.UNI 2006

Se comenzó a dar una óptima utilización de las instalaciones para una mayor eficiencia, máximo rendimiento y utilidades en lo que se produce.

Originando oportunidad de entregas, incrementando la eficiencia de las máquinas, luego de varias pruebas realizadas y de los ajustes

necesarios, ocasionando una disminución del consumo de agua, productos químicos, energía eléctrica y gas.

Con los cambios aplicados se ha conseguido aumentar el número de lotes producidos satisfactoriamente al día con la misma cantidad de maquinaria.

La optimización es la condición fundamental para la competitividad.

3.3. SELECCIÓN Y CAMBIO DE COLORANTES.

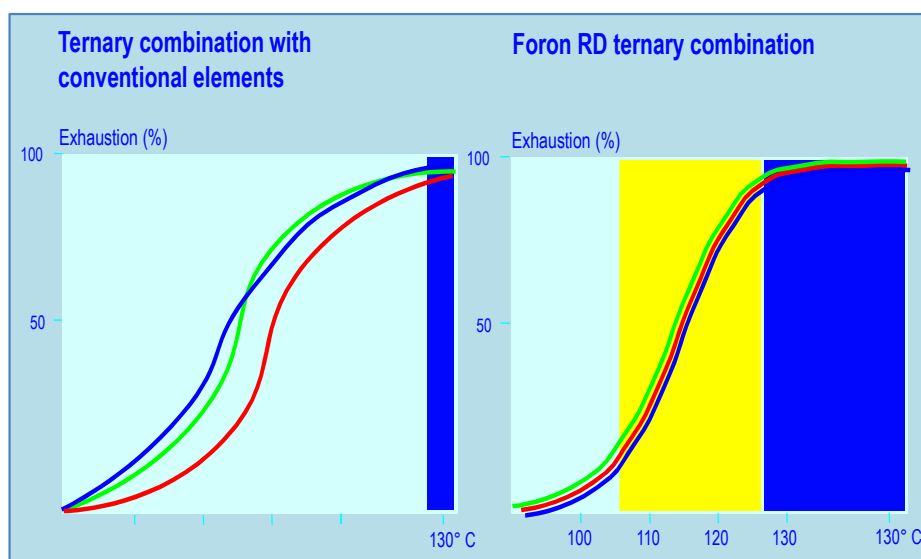
Para la selección de colorantes, es preferible seleccionar colorantes que presenten el mismo poder de subida.

Si la tintura con colorantes de dispersión con poder de subida no son simultáneos, los ligeros cambios de igualación (por Ej. Diversa densidad de bobinado o cambios en la circulación de baño, diferencias de temperatura en el baño de tintura) pueden producir cambios de matices. Por el contrario, si los colorantes suben conjuntamente, los ligeros cambios de las condiciones de tintura solo producen cambios de intensidad poco acusados, de impacto menos apreciable.

Por el contrario, cuando se tiñe con combinaciones de colorantes hay que considerar el comportamiento de subida de cada componente.

Para la determinación de cambio de colorantes hay que examinar las recetas existentes, evaluar nuevos colorantes, nuevos ajustes de procesos. Ilustrado en la siguiente figura 3.3.

Figura 3.3. **Comparación de baños de Exhaustion de diferentes familias de Colorantes.**



15min.

15min.

Fuente. SANDOZ pg.48

3.3.1. Clase De Colorante A Usar (Tricromía Compatible)

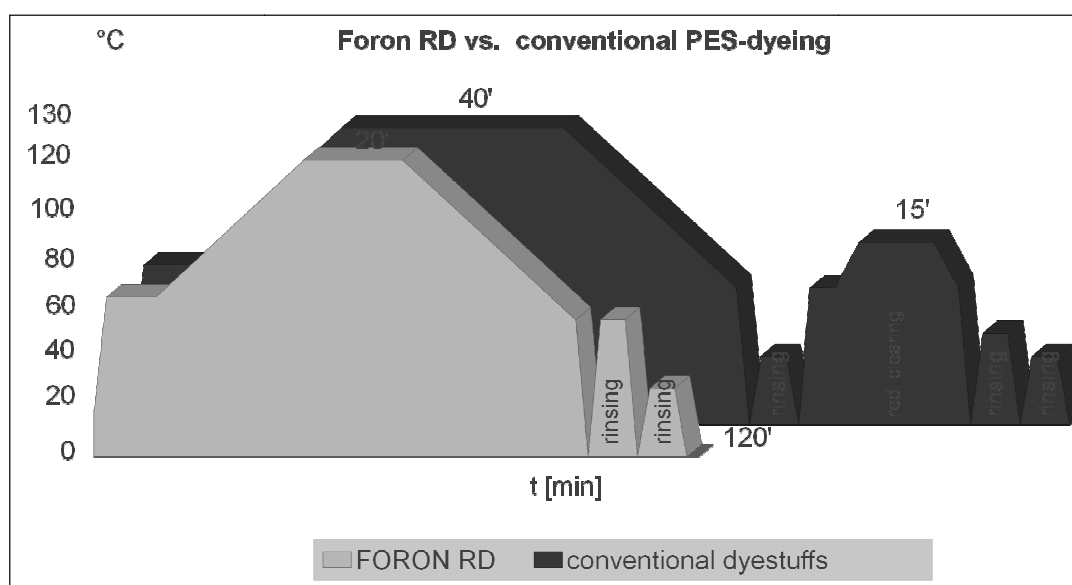
Selección de criterio de colorantes a escoger.

1.-La compatibilidad de los colorantes es importante, sobre todo cuando se va a utilizar una mezcla de colores en una misma tintura, para que no haya una variación del matiz durante la continuidad del proceso de tintura. (Ver anexo 1).

2-Alta estabilidad en los baños, valor alto de fijación, exhaustion homogénea, ciclos de teñidos cortos, alta solidez, por lo tanto altas productividad. Ilustrado en la figura 3.4

3.-Selección de colorantes Rapid Dyeind de energía media con buena compatibilidad para la tintura rápida y segura, con ciclos de teñidos con menos tiempos. (Ver figura 3.4)

Figura 3.4 Curva de tintura de proceso con menos tiempo.



Referencia Sandoz, Poliéster Técnicas de Ennoblecimiento.
Año 2002, pg. 55

3.3.2. Formulación en Laboratorio.

1.- Para formular una receta de teñido se selecciona, tres colorantes (TRICOMIA) con los colorantes antes mencionados Rapid Dyeind.

2.- Luego se hacen cuatro muestras del mismo peso y de la misma calidad, exactamente en las mismas condiciones de tintura, con los siguientes matices: 0.25%, 0.5%, 0.75% , aumentando el matiz de cada colorante en proporción , sin alterarlo.

3.-Una vez terminado el teñido, se coloca sobre una cartulina negra y se observa detenidamente.

4.-Si la mezcla de colorante que ha realizado es compatible, los tejidos teñidos solo diferirán en intensidad, mas no en el tono. Ver figura 3.5.

CONDICIONES DE OPERACIÓN:

El programa de tintura utilizado fue el siguiente:

Cuadro 3.1. Programa de Tintura

Mantener Temperatura (T)	50°C	10 min.
Subir Temperatura	90°C	4°C/min.
Subir Temperatura	130°C	1.33°C/min.
Mantener Temperatura	130°C	20min.
Bajar Temperatura	80°C	15min.

Los productos que se adicionaron al inicio son:

- 2gr/lit Acido Acético.
- 1gr/lit Permulsin DNMS
- 1gr/lit Permulsin FPE.

Cuadro 3.2. Formulación de Teñido (varios matices)

Colorantes	1	2	3
Amarillo Bte Foron RDE	0.25%	0.50%	0.75%
Rojo Foron RDE	0.25%	0.50%	0.75%
Azul Foron RDS	0.25%	0.50%	0.75%

Muestras ilustrada en la siguiente figura.

Figura 3.5 Muestras con matices 0.25%, 0.5% y 0.75%



Referencia propia.

CONTROL DE CALIDAD:

1. Análisis de Compatibilidad variando concentraciones.

Datos obtenidos en el análisis de compatibilidad de los colorantes variando sus concentraciones, por medición de las muestras, medidas en el espectrofotómetro.

La diferencia de color entre las muestras 1, 2 y 3, se observan en el siguiente cuadro.

Cuadro 3.3. Análisis de Compatibilidad de los colorantes variando concentraciones

	L	a	B	c	H	ΔL	Δa	Δb	Δc	ΔH	ΔE
Muestra 1	32.35	11.88	7.81	14.21	33.34	-0.56	0.29	0.04	0.26	-0.49	0.199
Muestra 2	32.91	11.59	7.77	13.95	33.83	Control	control	control	control	control	control
Muestra 3	33.37	12.00	8.00	14.81	33.95	0.46	0.41	0.23	0.86	0.12	0.216

L = Luminosidad
a = espacio correspondiente al eje positivo (rojo) y el negativo (verde)
b = espacio correspondiente al eje positivo (amarillo) y el negativo (azul)
 ΔE = diferencia de color

Obteniendo como resultado, mediciones aceptables de las muestras comparadas 1, 2 y 3, según datos.

$$\Delta E_{\text{muestra 1-2}} = 0.199$$

$$\Delta E_{\text{muestra 2-3}} = 0.216$$

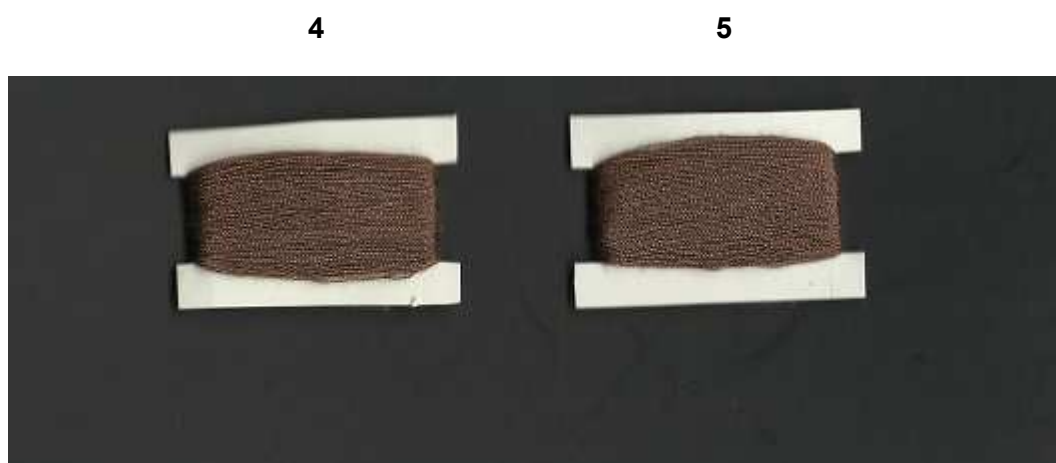
2. Análisis de Compatibilidad variando tiempos.

Pruebas de rendimiento de los colorantes seleccionando, con colorantes de ciclos de teñidos cortos (Rapid Dyend), con menos tiempo en el proceso de tintura.

Cuadro 3.4. Formulación para Análisis de Compatibilidad de los colorantes variando Tiempos 10 y 20 minutos a 130°C

número de muestra	4	5
Amarillo Bte florón RDE	0.500%	0.500%
Rojo forón RDE	0.500%	0.500%
Azul forón RDS	0.500%	0.500%
Ácido acético	2g/l	2g/l
Permulsín DNMS	1g/l	1g/l
Permulsín EFP	0.5g/l	0.5g/l
Temperatura (°C)	130	130
Tiempo (min)	10	20

Figura 3.6. Muestras con el mismo matiz a temperaturas diferentes



Fuente. Elaboración propia

Cuadro 3.5. Análisis de Compatibilidad de los colorantes variando Tiempos

	L	a	b	c	h	ΔL	Δa	Δb	Δc	ΔH	ΔE
Muestra 4	35.91	13.41	12.06	18.04	41.97	-0.55	0.56	0.61	0.83	0.27	0.494
Muestra 5	35.36	13.97	12.67	18.87	42.21	control	control	control	control	control	control

L = Luminosidad
a = espacio correspondiente al eje positivo(rojo) y el negativo (verde)
b = espacio correspondiente al eje positivo(amarillo) y el negativo(azul)
 ΔE = diferencia de color

Se obtuvieron medidas tolerables de las medidas comparadas de las muestras 4 y 5.

$$\Delta E_{\text{muestra 4-5}} = 0.494 \quad \text{ACEPTABLE.}$$

Se hicieron pruebas de tintura variando los tiempos con la misma receta, muestras del 6 al 10, muestras de análisis de compatibilidad. (Ver anexo 2)

3.3.3. MATERIALES Y METODO

1. COLORANTES:

El proveedor de los colorantes utilizados es Clariant.

La utilización de estos colorantes en tricromía es muy frecuente para la formulación de recetas.

Cuadro 3.6. **Colorantes FORON RD.**

PRODUCTO	NOMBRE QUIMICO
Amarillo Bte. Foron RDE	No tiene
Rojo Foron RDE	No tiene
Azul Foron RDE	No tiene

2. PRODUCTOS QUIMICOS Y AUXILIARES.

Se utilizaron los productos de la tabla. A cada producto se le realizó el control de calidad para evaluar su aspecto, PH, densidad y se encontró que todos estuvieron dentro del rango permisible. El procedimiento y los datos obtenidos de ésta prueba se encuentra en el anexo 3.

Cuadro 3.7. **Productos Químicos Y Auxiliares Utilizados.**

PRODUCTOS	ACCION	PROVEEDOR
Ácido acético	ácido	Invatex (nacional)
Permulsin DNMS	dispersante	Giovanni Bozzetto (Italia)
Permulsin FPE	igualante	Giovanni Bozzetto (Italia)
Cerofil 8912	Suavizante	Giovanni Bozzetto (Italia)
Tripolifósforo	alcalino	Invatex (nacional)

Fuente: Datos proporcionados por proveedores.

3.3.4. SUSTRATO.

Se utilizaron madejas de Poliéster de Hilos Spun que son fabricados a base de fibra cortada, la cual es hilada.

Las características del sustrato se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro 3.8. **Características de la Fibra de Poliéster**

SUSTRATO	CARACTERISTICAS DEL MATERIAL	PROVEEDOR
Hilo Poliéster de Alta tenacidad	Titulo 42/2	Saha Union Spinning

Características de la fibra dados por proveedores de poliéster fibra cortada.

Cuadro 3.9. **Características de la Fibra Cortada de Poliéster**

Característica	STANDARD
Fineness(Denier) (finura)	1.2 +/-0.03
Tenacity (G/D) (tenacidad, resistencia)	7.3+/-0.4
Oil Content (%) (contenido de aceite)	0.12+/-0.02
Hot Air Shrinkage (%) (encogimiento al aire caliente)	4.3 +/-1.2
Elongation (alargamiento a la tintura)	20 +/-3.0
# Crimp/cm (ondulación, rizos)	6.5+/-0.3
Melting Point (°C) (punto de fusión)	260 +/-5.0
Moisture Regain (%) (contenido de humedad)	0.3 to 0.5
Length (mm) (longitud)	38 +/- 0.5
Luster (brillo)	Brillante

Elaboración propia

3.3.5. MAQUINARIAS E INSTRUMENTOS

Equipos para la preparación, tintura y secado.

1.-Máquina de tintura.

-Ahiba Nuance

Velocidad de rotación: 45 RPM. Rotación 50" a cada lado.

Tiempo de inercia: 5"

Volumen de vasos 200 ml.

2.-Balanza Analítica:

Metler Toledo, Precisión 0.001 ml.

3.-Máquina de secado.

Ugolini Modelo ECG.

4-Cabina de Luces:

Modelo Spectralight III, Gretag Macbeth.

5-Espectrofotómetro para medir Reflectancia:

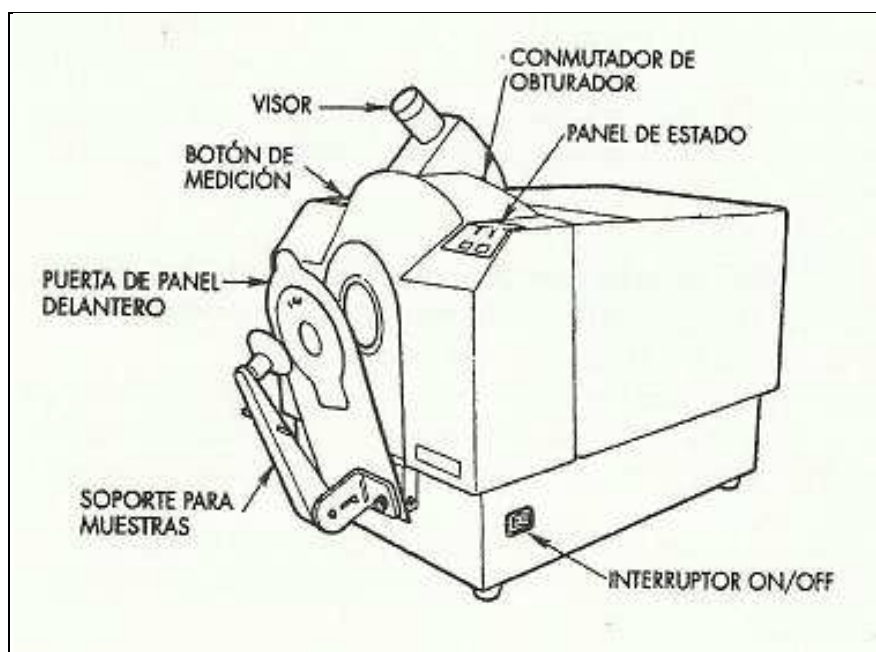
Spectraflash 600 Plus

Color Match Datacolor, Specular Included Ready.

6-Medidor de PH.

Mettler Toledo Rango 1-14 Seven Easy.

Figura 3.7. **ESPECTOFOTÓMETRO - SPECTRAFLASH 600 PLUS**



Fuente: DATACOLOR. Manual de Espectrofotómetro pg. 11 Año 2002.

El Spectraflash 600 PLUS (SF600 PLUS) es un espectrofotómetro para medir en intervalos de 10 nm dentro del espectro visible (360-700nm). Puede utilizarse el SF600 PLUS para medir en control de calidad, producción, en formulación de colorantes y corrección de lotes.

El espectrofotómetro es el equipo que sirve para evaluar y dar lectura a tonos, midiendo la cantidad de luz absorbida en el color de la fibra, nivel de tolerancia y matiz de tonalidad.

El espectrofotómetro es un dispositivo en la cual tiene una esfera interiormente, recubierta de una sustancia muy blanca (sulfato de bario, óxido de magnesio, etc.) que aloja en su interior varias lámparas de iluminación y que tiene dos orificios, en uno se coloca la muestra y el otro es la salida de luz reflejada por la muestra que posteriormente será descompuesta por un sistema de filtros o prisma.

3.3.6. PROCESO DE TINTURA EN PRODUCCIÓN.

En resumen para obtener una tintura regular e igualada, el proceso general es el siguiente:

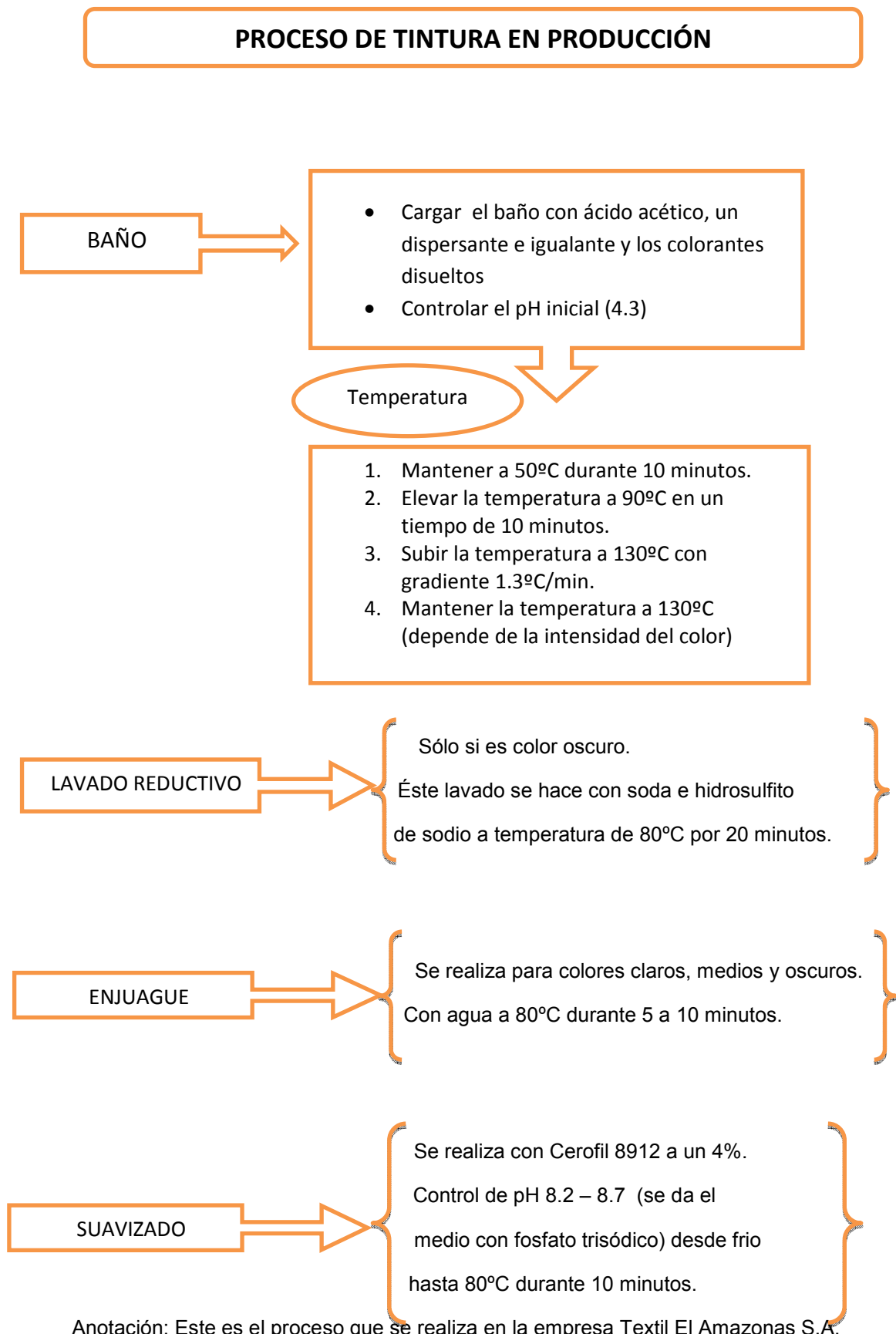
1. Cargar el baño añadiendo Ac. Acético, un dispersante e igualante, luego añadir los colorantes disueltos.
2. Mantener 10 minutos a 50°C, Hacer circular el baño durante 10 min. Se mantiene la temperatura, para equilibrar la repartición de los productos entre el baño y la fibra.
3. Controlar el PH inicial.
4. Elevar la temperatura a 90°C en un tiempo de 10 minutos.
5. Luego subir a 130°C con gradiente establecida de 1.3°C/min.
6. Mantener la temperatura a 130°C dependiendo de la intensidad del color claro, medio, oscuro.
7. Si es un color oscuro se le dará un lavado reductivo con Soda y Hidrosulfito de sodio a una temperatura de 80°C por 20 minutos.
8. Enjuague posterior, éste enjuague se realiza para colores medios y oscuros para mejorar las solidez. Con agua sola a 80° C a un tiempo de 5 minutos.
9. El suavizado se realiza con Cerofil 8912 a un 4% para otorgar mejor tacto y suavidad textil.

El suavizado se realiza antes de la tintura, el motivo es debido a que se hace en lotes grandes para ahorro de tiempos y luego se hace la distribución para los lotes ya programados. Es esencial el control de PH, el cual se aplica:

PH 8.2- 8.7 desde frio hasta 80°C, manteniendo por 10 minutos.

PH 8.2-8.7 dando el medio el fosfato trisódico desde frio hasta 80°C, agotando el producto.

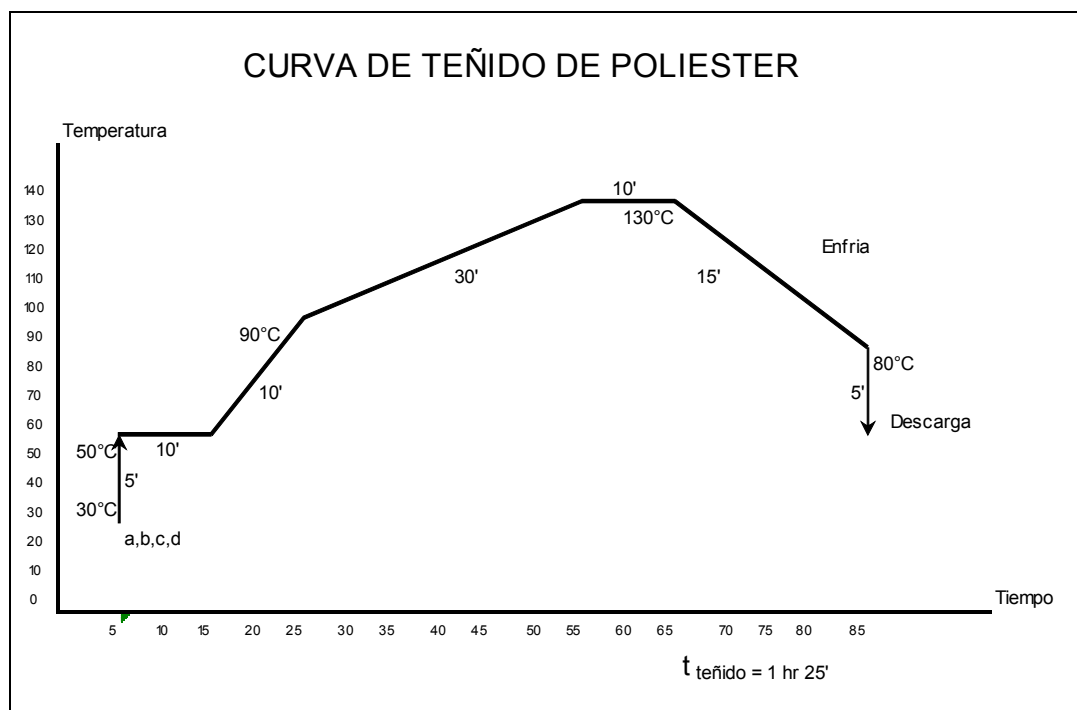
Fig. 3.8. Proceso de Tintura en Producción.



3.3.7. CURVAS DE PLANTA

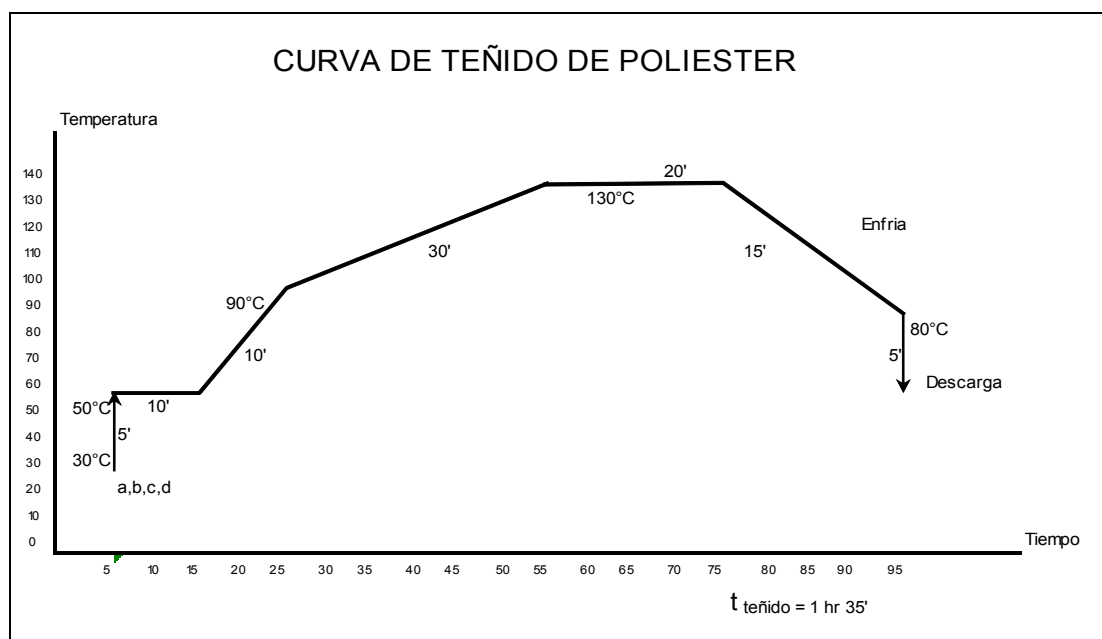
CURVA DE TEÑIDO PARA COLORES CLAROS Y MEDIOS.

Figura 3.9. **Curva de Teñido Para Colores Claros y Medios**



CURVA DE TEÑIDO PARA COLORES OSCUROS.

Figura 3.10. **Curva de Teñido Para Colores Oscuros**



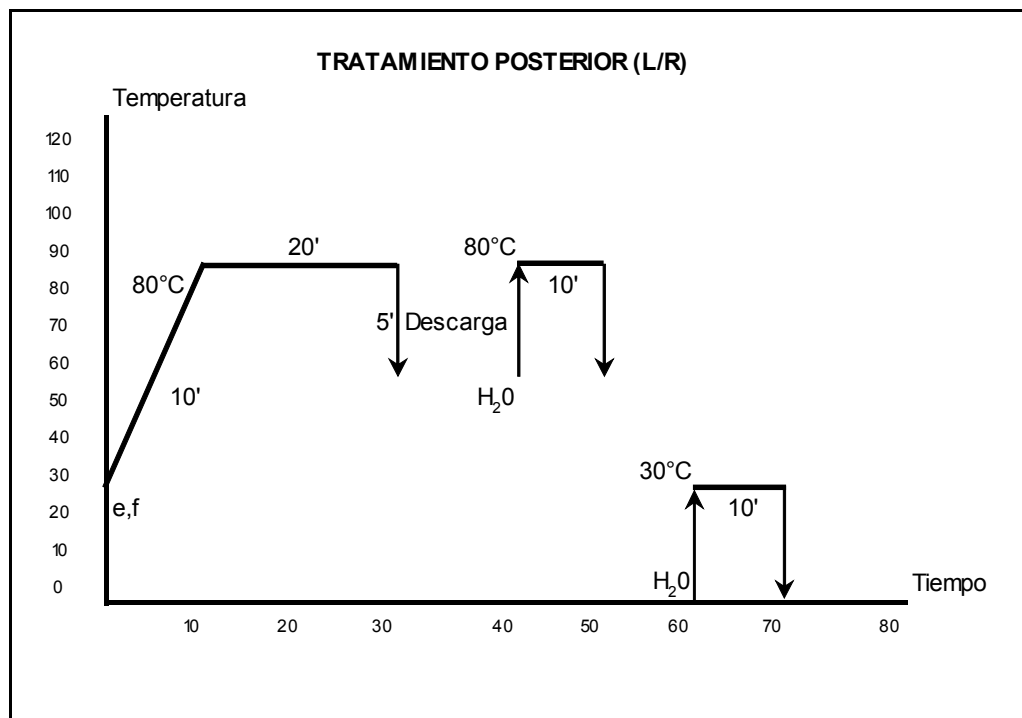
Fuente:Elaboracion propia

- a. 2gr/lit Acido Acético
- b. 1gr/lit Permulsin DNMS(dispersante)
- c. 1gr/lit Permulsin FPE (Igualante).
- d. Colorante Disperso.
- e. Soda Caustica.
- f. Hidrosulfito de Sodio.

CURVA DE LAVADO REDUCTIVO.

Se da lavado reductivo solamente a colores oscuros.

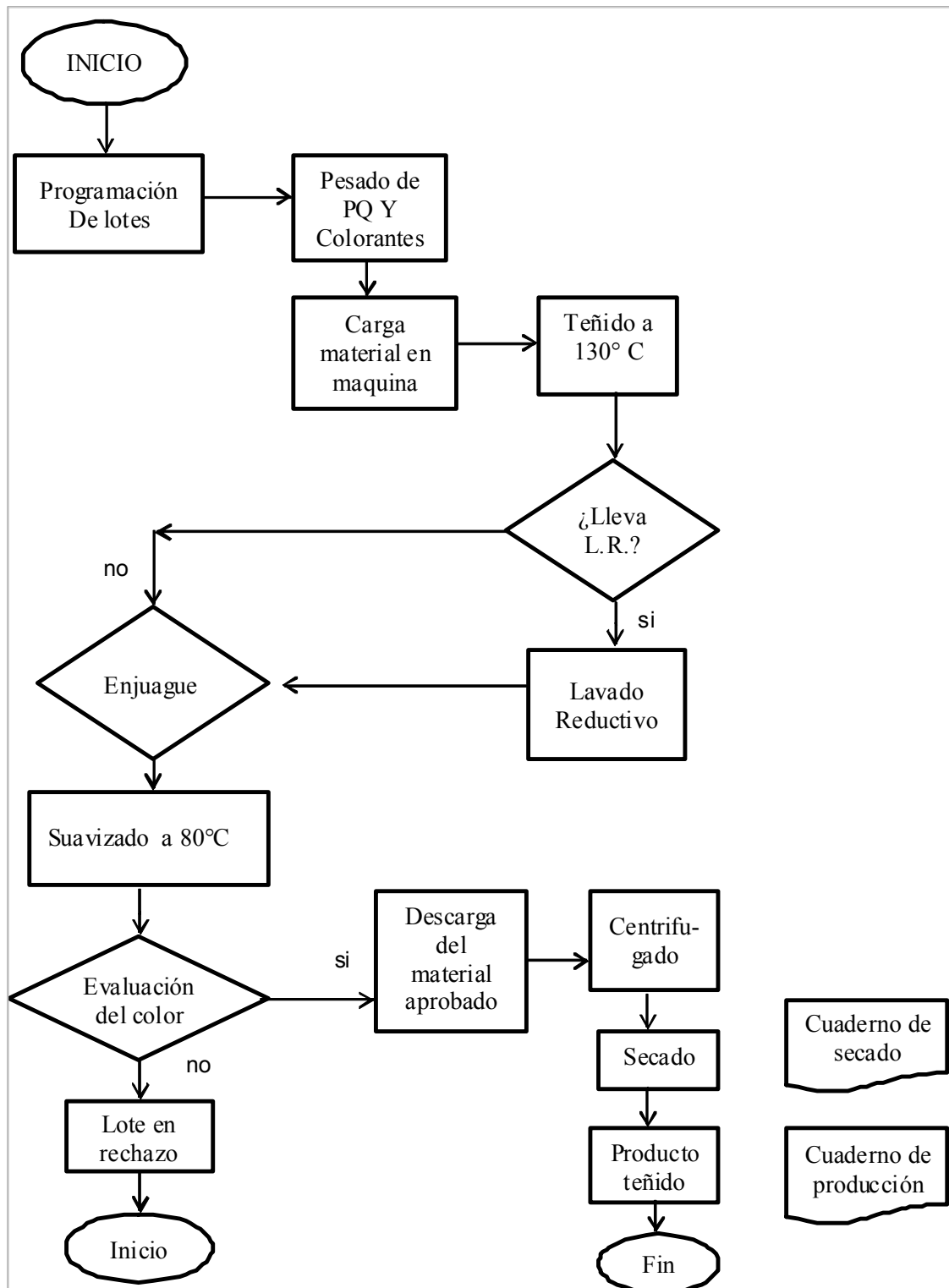
Figura 3.11. Curva de Lavado Reductivo (L/R)



Fuente propia

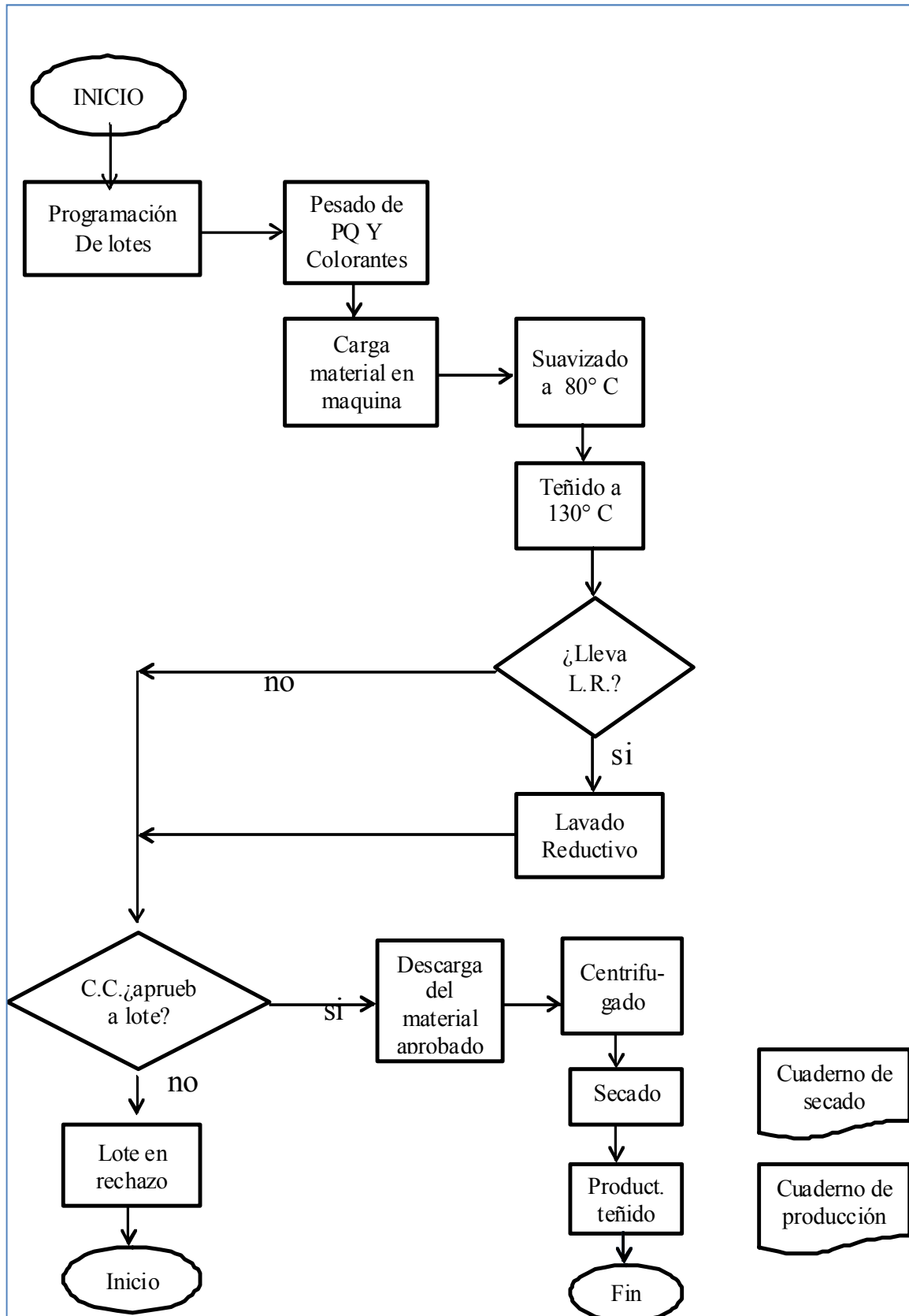
3.4. DIAGRAMA DE FLUJO ANTES DEL CAMBIO Y DESPUES DEL CAMBIO.

Figura 3.12. Flujograma de Proceso de tintura de Poliéster antes del cambio



Fuente: Elaboracion propia

Figura 3.13. **Flujograma de Proceso de tintura de Poliéster después del cambio**



Fuente: Elaboracion propia.

3.5. IMPORTANCIA DEL TRABAJO DE LABORATORIO A PLANTA

El laboratorio de tintorería está encargado del desarrollo de colores, en el cual se selecciona los colorantes que presenten el mismo poder de subida y compatibilidad. Para éste proceso se decidió trabajar con los colorantes Rapid Dyeind que es de tintura rápida y segura.

Entre los aportes de laboratorio para planta tenemos:

- Métodos en formulación de recetas, chequeo de colores, procedimientos, monitoreo.
- Estudiar procesos de producción más cortos con menos gastos de energía.
- Implementar y hacer pruebas de nuevos procesos, colorantes, auxiliares etc.
- Realizar análisis de la dureza del agua, tanto del ablandador como del agua de planta.
- Hacer evaluaciones de colorantes y de productos químicos.

Se parte de sustancias químicamente conocidas y de procesos con los cuales se controlan adecuadamente las variables y los mecanismos de tintorería, para lograr resultados predecibles.

La seguridad en los procedimientos de laboratorio es una condición indispensable para la optimización.

IV. COSTOS DE PRODUCCIÓN

Para apreciar el impacto de las medidas de mejoras técnicas, se han considerado los costos variables (varían con el volumen de producción) del proceso, de tintura que incluye a su vez los procesos de tintura, suavizado, lavado, en máquina autoclave, para teñir bobinas y que están asociados directamente con el comportamiento del colorante: los insumos, la energía eléctrica, el agua y el gas.

Cabe mencionar que los costos unitarios en los insumos (agua, energía eléctrica, y otros) corresponden a datos reales que son vigentes en la empresa bajo estudio.

4.1. COSTO DE RECETA DE TEÑIDO DISPERSO

Costo de insumos: Colorantes, Productos químicos y auxiliares.

Cuadro 4.1. Costo de Receta de Teñido - R:B 1:20

42/2 POLIESTER R:B 1:20 PESO DE MATERIAL = 8kg. VOLUMEN 160 Lit.

Productos y colorantes	costo \$/Kilo	Concentración	Unidad	Cantidad Kg.	Costo \$/batch
Ac. Acético Glacial	0.450	2.000	gr/lt.	0.3200	0.144
Permulsin DNMS	1.950	1.000	gr/lt.	0.1600	0.312
Permulsin FPE	3.800	1.000	gr/lt.	0.1600	0.608
Amarillo Bte. Foron RDE	27.000	0.120	%	0.0096	0.259
Rojo Foron RDE	20.750	0.110	%	0.0088	0.183
Azul Foron RDE	22.300	1.054	%	0.0843	1.880
Soda Caustica	0.330	2.000	gr/lt.	0.3200	0.106
Hidrosulfito de sodio	1.750	2.000	gr/lt.	0.3200	0.210
Cerofil 8912	3.100	4.000	%	0.3200	0.992
Fosfato trisódico	2.500	0.250	gr/lt.	0.0400	0.100
TOTAL					4.794
\$ Kilo					0.599

Cuadro 4.2. Costo de Receta de Teñido - R:B 1:8

42/2 POLIESTER R:B 1:8 PESO DE MATERIAL= 8Kg. Volumen= 64Lt

Productos y colorantes	costo \$/Kilo	Factor	Unidad	Cantidad Kg.	Costo \$/batch
Ac. Acético Glacial	0.450	2.000	gr/lit.	0.120	0.054
Permulsin DNMS	0.950	1.000	gr/lit.	0.060	0.057
Permulsin FPE	2.800	1.000	gr/lit.	0.060	0.168
Amarillo Bte. Foron RDE	17.000	0.109	%	0.009	0.148
Rojo Foron RDE	20.750	0.096	%	0.008	0.160
Azul Foron RDE	22.300	0.959	%	0.077	1.717
Soda Caustica	0.330	2.000	gr/lit.	0.120	0.040
Hidrosulfito de sodio	1.750	2.000	gr/lit.	0.120	0.210
Cerofil 8912	4.000	4.000	%	0.320	0.992
Fosfato trisódico	2.500	0.250	gr/lit.	0.015	0.038
Colorantes 2.025		Químicos 1.558	TOTAL		3.583
				\$ Kilo	0.448

Cuadro 4.3. Costo de Receta de Teñido - R:B 1:6

42/2 POLIESTER R:B 1:6 PESO DE MATERIAL 25 KG. VOLUMEN =150 Lt

Productos y colorantes	costo \$/Kilo	Factor	Unidad	Cantidad Kg.	Costo \$/batch
Ac. Acético Glacial	0.450	2.000	gr/lit.	0.300	0.135
Permulsin DNMS	1.950	1.000	gr/lit.	0.150	0.293
Permulsin FPE	3.800	1.000	gr/lit.	0.150	0.570
Amarillo Bte. Foron RDE	27.000	0.106	%	0.027	0.729
Rojo Foron RDE	20.750	0.094	%	0.024	0.498
Azul Foron RDE	22.300	0.940	%	0.235	5.241
Soda Caustica	0.330	2.000	gr/lit.	0.300	0.099
Hidrosulfito de sodio	1.750	2.000	gr/lit.	0.300	0.525
Cerofil 8912	3.100	4.000	%	1.000	3.100
Fosfato trisódico	2.500	0.250	gr/lit.	0.038	0.095
Colorantes		Químicos 2.822	TOTAL		11.285
				\$ Kilo	0.451

Cuadro 4.4. Costo de Receta de Teñido - R:B 1:15

42/2 POLIESTER R:B 1:15 PESO DE MATERIAL 25 Kg. VOLUMEN= 375Lt

Productos y colorantes	costo \$/Kilo	Factor	Unidad	Cantidad Kg.	Costo \$/batch
Ac. Acético Glacial	0.450	2.000	gr/lit.	0.750	0.338
Permulsin DNMS	1.950	1.000	gr/lit.	0.375	0.731
Permulsin FPE	3.800	1.000	gr/lit.	0.375	1.425
Amarillo Bte. Foron RDE	27.000	0.113	%	0.028	0.756
Rojo Foron RDE	20.750	0.100	%	0.025	0.518
Azul Foron RDE	22.300	1.000	%	0.250	5.575
Soda Caustica	0.330	2.000	gr/lit.	0.750	0.248
Hidrosulfito de sodio	1.750	2.000	gr/lit.	0.750	1.313
Cerofil 8912	3.100	4.000	%	1.000	3.100
Fosfato trisódico	2.500	0.250	gr/lit.	0.094	0.235
Colorantes 2.105		Químicos 1.678	TOTAL		14.239
				\$ Kilo	0.570

De donde la reducción de costos por relación de baño es la siguiente:

-Costo por lote receta relación de baño mayor: A

-Costo por lote receta relación de baño menor: B

-Número de lotes teñidos al mes : N

$$\text{Ahorro} = (A-B) * N$$

Nº lotes promedio al mes maquina 201 = 264 lotes

Nº lotes promedio al mes maquina 202 = 270 lotes

Nº lotes promedio al mes maquina 203 = 272 lotes

Ahorro de costo de receta maquina 201 = (4.794-3.583)* 264 = \$319.7

Ahorro de costo de receta maquina 202 = (4.794-3.583)* 270 = \$327.0

Ahorro de costo de receta maquina 203 = (14.239-11.285)* 272= \$803.49

Cuadro 4.5. Ahorro de Costo por Lote de Producción

Artículo Poliéster	Máquina	N° Lotes	Costo/Ahorro Lote \$
42/2	201	164	198.6
20/2	201	100	121.1
42/2	202	170	205.9
20/2	202	100	121.1
42/2	203	170	502.2
20/2	203	102	301.3
Ahorro Mensual Promedio \$			1450.00

4.2. DATOS DE PRODUCCIÓN.

Año 2007	Anual
Peso promedio lote	19 Kg
Horas promedio por lote	3.4 Hr.
R:B promedio	1:15
Producción Anual	300 TM Mat

\$= S/2.70

Año 2011	Anual
Peso promedio lote	12 Kg
Horas promedio por lote	2 Hr.
R:B promedio	1:8
Producción Anual	240 TM Mat

Cuadro 4.6. Costo Receta de Teñido Disperso 2007

Costo de Receta 2007	R:B (promedio)	Costo promedio de receta \$/Kg	Producción promedio Anual Kg.	N° Lotes Anual Promedio Kg	Costo \$
Receta Tintura	1:15	0.752	300000.00	22800.00	225600.00
Costo de receta promedio Anual					225600.00

Cuadro 4.7. Costo de Receta de Teñido Disperso 2011

Costo de Receta 2011	R:B (promedio)	Costo promedio de receta \$/Kg	Producción promedio Anual Kg.	N° Lotes mensual Promedio Kg	Costo \$
Receta Tintura	1:06	0.693	240000.00	22032	166320.00
Costo de receta promedio Anual					166320.00

4.3. COSTO MANO DE OBRA

Cuadro 4.8. **Costo Mano de Obra 2007**

N° de Operarios	Costo Hora US\$/Hr	Sub-total/hr US\$/Hr	Operario/maq.	Ciclo Hr	Kg/lote.	Costo/Ciclo \$	Producción Kg	Costo \$/Kg
3.0	2.3	6.9	4.0	3.4	19	7.82	228	0.034
Costo Mano de Obra Anual								\$10200.00

Cuadro 4.9. **Costo Mano de Obra 2011**

N° de Operarios	Costo Hora US\$/Hr	Sub-total/hr US\$/Hr	Operario/maq.	Ciclo Hr	Kg/lote	Costo/Ciclo \$	Producción Kg	Costo \$/Kg
3.0	2.3	6.9	4.0	2.0	12	4.6	144	0.032
Costo Mano de Obra Anual								\$7680.00

4.4. COSTO DE GAS NATURAL

Cuadro 4.10. **Costo Gas Natural 2007**

Costo Gas	Costo \$/sm ³	Cantidad sm ³ /Kg carga	Cantidad sm ³ /Kg Mat	Costo \$/carga	Costo \$/Kg Mat
<i>Tintura</i>	0.217	25.5	1.340	5.52	0.291
<i>Costo total de gas, US\$/Kg Mat</i>					0.291
<i>Costo total de gas, US\$/Anual</i>					87300.00

Cuadro 4.11. **Costo Gas Natural 2011**

Costo Gas	Costo \$/sm ³	Cantidad sm ³ /Kg carga	Cantidad sm ³ /Kg Mat	Costo \$/carga	Costo \$/Kg Mat
<i>Tintura</i>	0.20	16.60	1.384	3.32	0.277
<i>Costo total de gas, US\$/Kg Mat</i>					0.277
<i>Costo total de gas, US\$/Anual</i>					66480.00

4.5. COSTO DE ENERGIA ELECTRICA

Cuadro 4.12. Costo de Energía Eléctrica 2007

Costo Energía Eléctrica	Costo \$/Kwh	Cantidad Kw/carga	Hora prom.	Consumo Kwh/carga	Consumo Kwh/Kg	Costo \$/carga	Costo \$/Kg Mat
<i>Tintura (Suav., teñido, lavado, enjuague)</i>	0.065	67.06	3.4	228.00	12.00	14.82	0.78
<i>Costo Total de Energía, US\$/Kg Anual</i>							234000.0

Cuadro 4.13. Costo de Energía Eléctrica 2011

Costo Energía Eléctrica	Costo \$/Kwh	Cantidad Kw/carga	Hora prom.	Consumo Kwh/carga	Consumo Kwh/Kg	Costo \$/carga	Costo \$/Kg Mat
<i>Tintura (Suav., teñido, lavado, enjuague)</i>	0.089	46.622	2.00	93.233	7.770	8.280	0.690
<i>Costo Total de Energía, US\$/Kg Anual</i>							165600.0

4.6. COSTO DE AGUA BLANDA

Cuadro 4.14. Costo del Agua Blanda 2007

Costo de Agua Blanda	Costo \$/m ³	Cantidad m ³ /Kg carga	Cantidad m ³ /Kg Mat	Costo \$/carga	Costo \$/Kg Mat
Tintura(suavizado+ tintura+ lavado+ enjuagues)	0.983	3.192	0.168	3.135	0.165
Sistema de ablandamiento	0.206	5.947	0.313	1.163	0.061
Costo total de Agua Blanda, US\$/Kg Mat					0.226
Costo total de Agua Blanda, US\$/Anual					67800.00

Sistema de Ablandamiento	Costo \$/kg	Cantidad kg/m3	Costo \$/m3	Costo \$/m3
Costo de sal	0.061	3.19	0.194	0.194
Costo de energía Eléctrica Total				0.0015
	Costo \$/persona	N° Personas	Costos \$/Anual	Costo \$/m3
Operario	280.00	1	280.00	0.0106
Costo de sistema de ablandamiento, US\$/m3				0.206

M3 de ablandamiento =26448

Cuadro 4.15. **Costo del Agua Blanda 2011**

Costo de Agua Blanda	Costo \$/m ³	Cantidad m ³ /Kg lote	Cantidad m ³ /Kg Mat	Costo \$/lote	Costo \$/Kg Mat
Tintura(Suavizado+ tintura+ lavado+ enjuagues)	1.01	1.392	0.116	1.404	0.117
Sistema Ablandamiento	0.199	4.21	0.351	0.829	0.069
Costo total de Agua Blanda , US\$/Kg Mat					0.186
Costo total de Agua Blanda, US\$/Mes					44640.00

Sistema de Ablandamiento	Costo \$/kg	Cantidad kg/m3	Costo \$/m3	Costo\$/m3
Costo de sal	0.063	2.849	0.179	0.179
Costo de energía Eléctrica Total			0.003	0.003
	Costo \$/persona	N° personas	Costo \$/Anual	Costo \$/m3
Operario	283.9	1	283.9	0.017
Costo del sistema de ablandamiento				0.199

4.7. RESUMEN DE COSTO

Cuadro 4.16. **Resumen de Costo de Producción**

	Costos de tintura (antes y después del cambio)	2007 \$/Anual	2011 \$/Anual
1	Costo de receta, insumos químicos	225600	166320
2	Costo de Mano de Obra	10200	7680
3	Costo Gas Natural	87300	66480
4	Costo de Energía Eléctrica	234000	165600
5	Costo del Agua Blanda	67800	44640
	COSTO DE TINTURA	624900	450720

Expresado en \$/Kg

	Costos de tintura (antes y después del cambio)	2007 \$/Kg	2011 \$/Kg
1	Costo de receta, insumos químicos	0.752	0.693
2	Costo de Mano de Obra	0.034	0.032
3	Costo Gas Natural	0.291	0.277
4	Costo de Energía Eléctrica	0.780	0.690
5	Costo del Agua Blanda	0.226	0.186
	COSTO DE TINTURA	2.083	1.878

V. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

ANÁLISIS DE CURVA DE TEÑIDO.

En la interpretación de la comparación de las curvas de tintura se puede observar que se mejoró los tiempos de tintura, esto se debió a una selección de colorantes, que presenten el mismo poder de subida, se seleccionó los colorantes Rapid Dyend haciendo las pruebas de compatibilidad de colorantes que es importante (cuadros 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5)

De donde se puede observar que variando los tiempos de tintura no hay mucha variación del matiz del color a más intensidad mayor tiempo de tintura esto es importante para la decisión del tiempo de fijación que se le dará a la curva optimizada de tintura, sobre todo cuando se va utilizar una mezcla de colorantes en un mismo baño.

Se seleccionó los colorantes Rapid Dyend de energía media con buena compatibilidad para la tintura rápida y segura, con ciclos de teñido con menos tiempos y alta productividad.

Para optimizar una tintura significa ajustar los parámetros operacionales de manera que todas las operaciones se desarrollen en un tiempo mínimo. Esto implica un calentamiento rápido, como se observa en las curvas (figuras 5.4 y 5.5) con líneas de color azul de 50° a 90°C en un tiempo de 10 min.

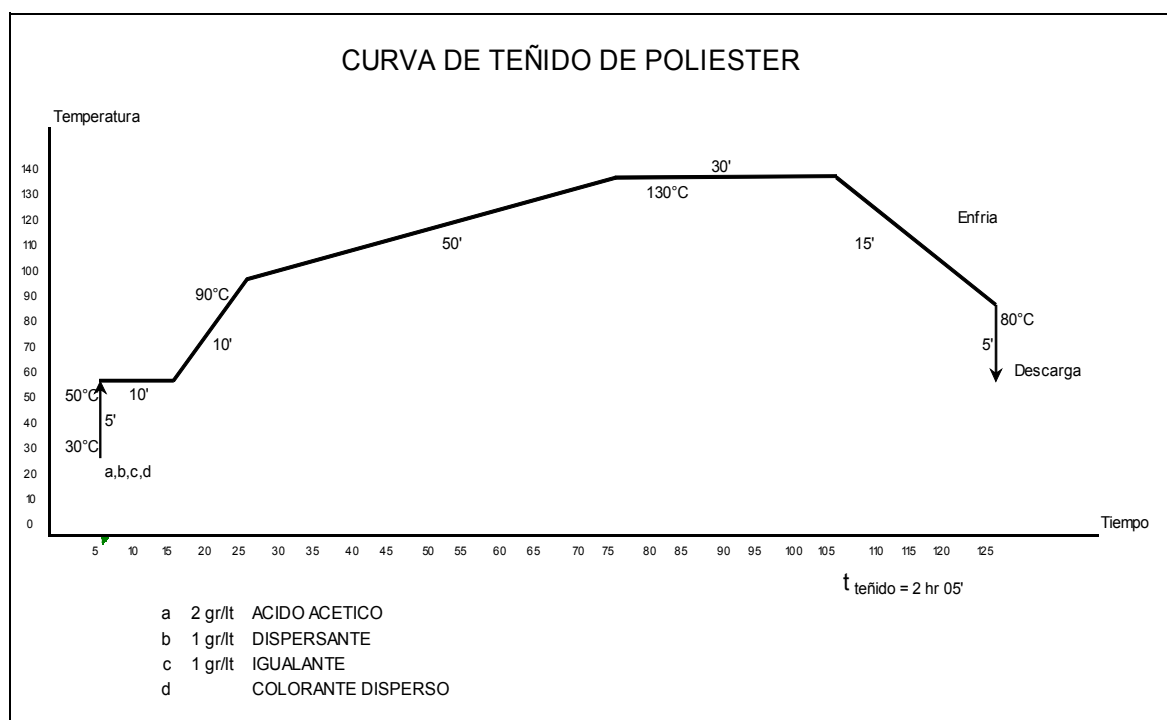
Luego en la zona de temperatura crítica que depende de la temperatura, el poder de subida aumenta de manera importante con la elevación de temperatura, cuando se quiere obtener una tintura igualada conviene controlar muy exactamente la velocidad del colorante dentro de esta zona (figura 5.4, 5.5 y 5.6) de 90 a 130°C con una gradiente de 1.3°C/min. En las figuras se observa la diferencia, las comparaciones de las curvas antiguas y las actuales debido a que los colorantes Rapid Dyend sus ciclos de teñidos son cortos y de alta estabilidad en los baños. Luego con esta familia de colorantes se hicieron pruebas de agotamiento, de colorantes con respecto al tiempo de fijación a 130°C (cuadro 3.5) en la cual se decidió trabajar con un tiempo de 20 minutos por ser un tiempo conveniente en el tiempo de tintura de fijación.

Con los colorantes Rapid Dyend se tiene una igual repartición del colorante desde el inicio de la tintura hasta y durante el tiempo de fijación.

Como se puede observar en las curvas de tintura para colores claros, medios y oscuros se quedó con un tiempo de fijación de 20 minutos, para todos los casos y su enjuague respectivo. Solo en los colores oscuros (figura 5.6), llevara lavado reductivo y enjuagues

CICLO ANTIGUO

Figura 5.1. Curva de Teñido de Poliéster



CICLO MEJORADO

Figura 5.2. Curva de Teñido de Poliéster Mejorado

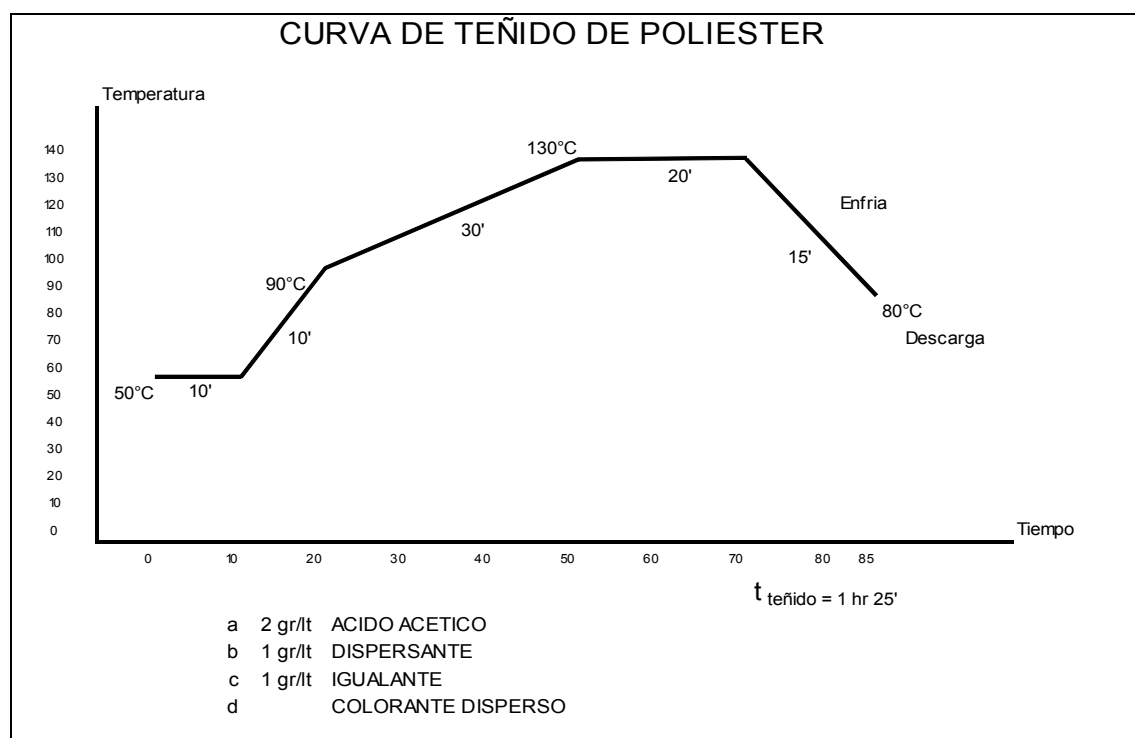
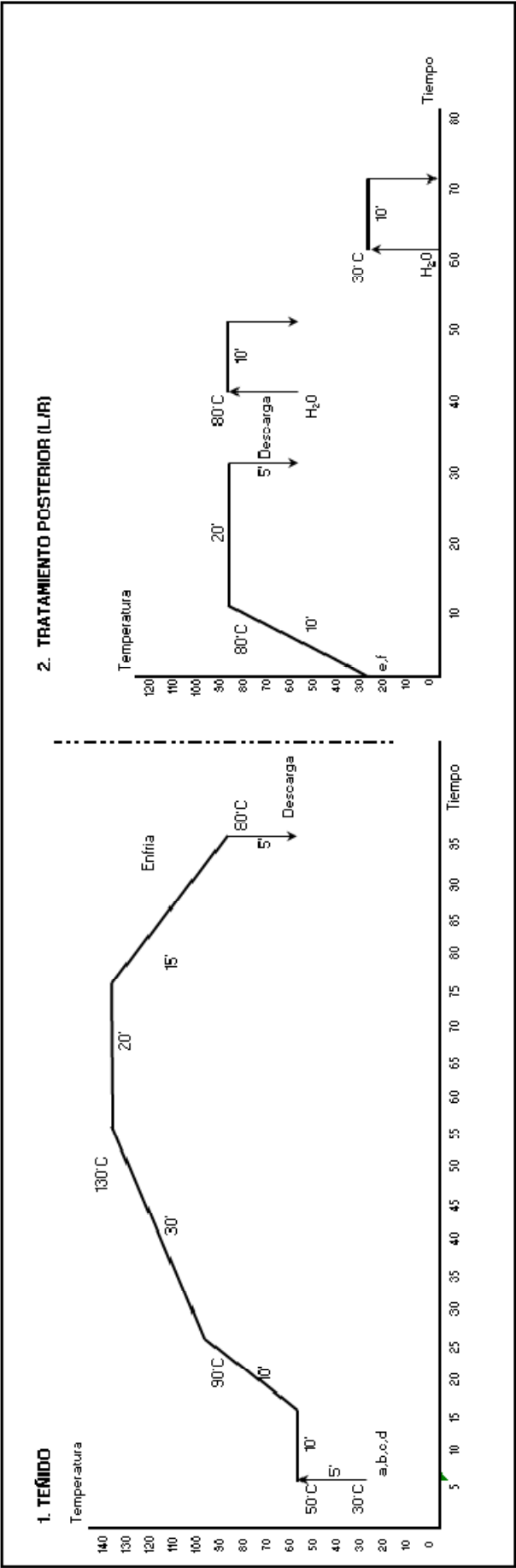


Figura 5.3. Curva de teñido de Poliéster - colores Oscuros

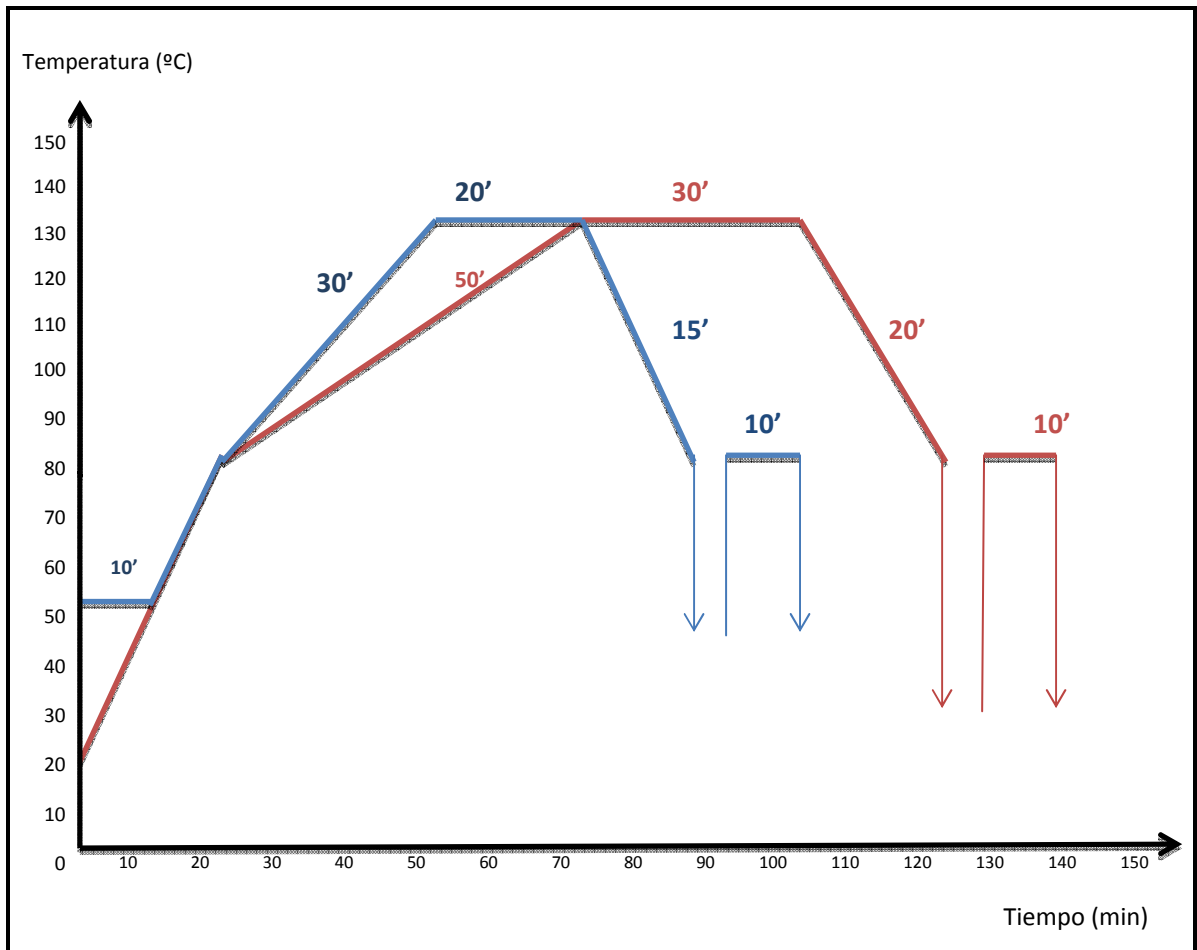


- a 2 g/lit ACIDO ACETICO
- b 1 g/lit DISPERSANTE
- c 1 g/lit IGUALANTE
- d COLORANTE DISPERSO
- e 2 g/lit SODA
- f 2 g/lit HIDROSULFITO

t teñido = 2 hr 50'

COMPARACIÓN DE COLORES CLAROS

Figura 5.4. Comparación de Colores Claros



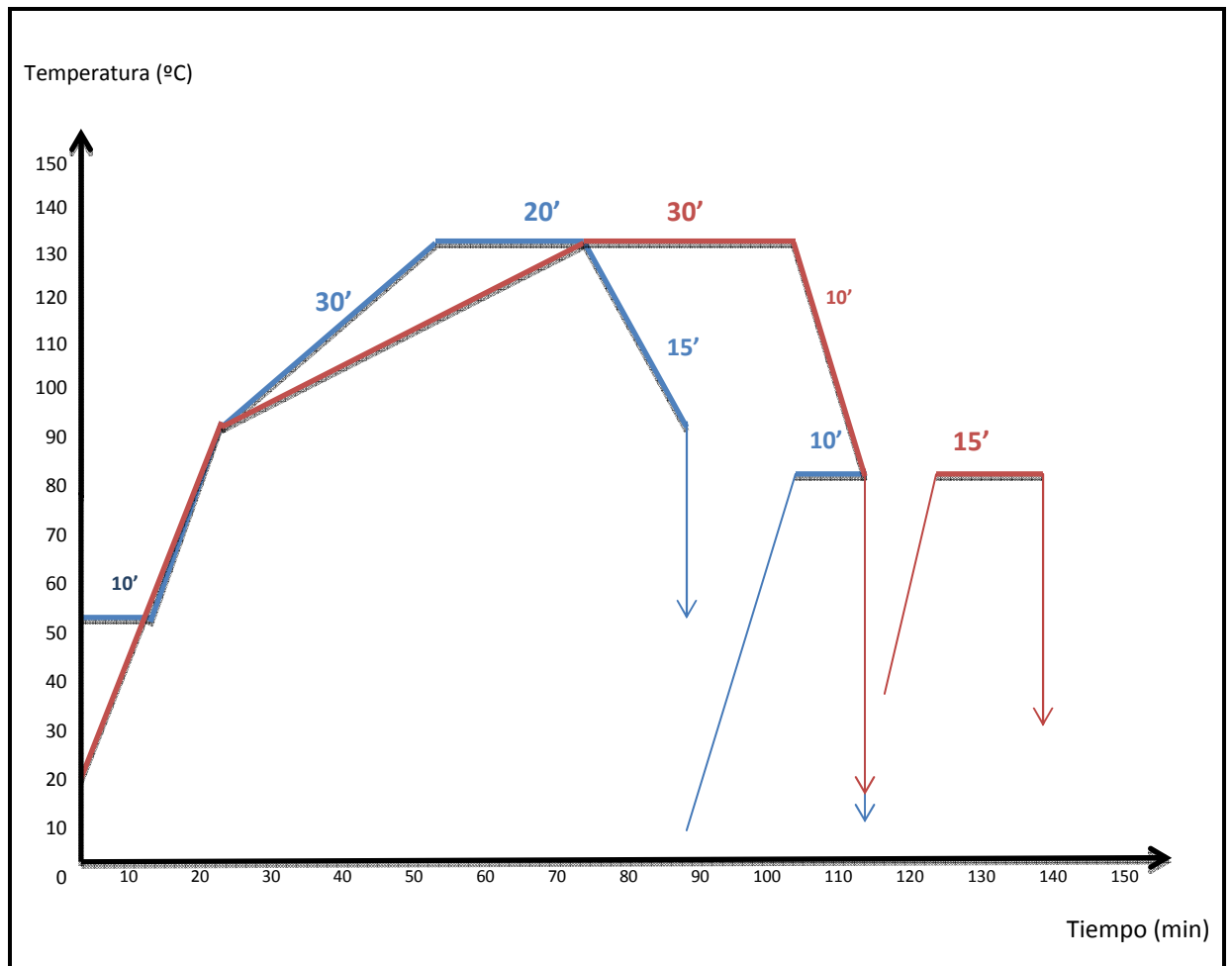
ANTIGUO (2007): 130 minutos = 2h 10 min

MEJORADA (2011): 100 minutos = 1h 40 min

Fuente: Ilustración propia

COMPARACION DE COLORES MEDIOS

Figura 5.5. Comparación de Colores Medios



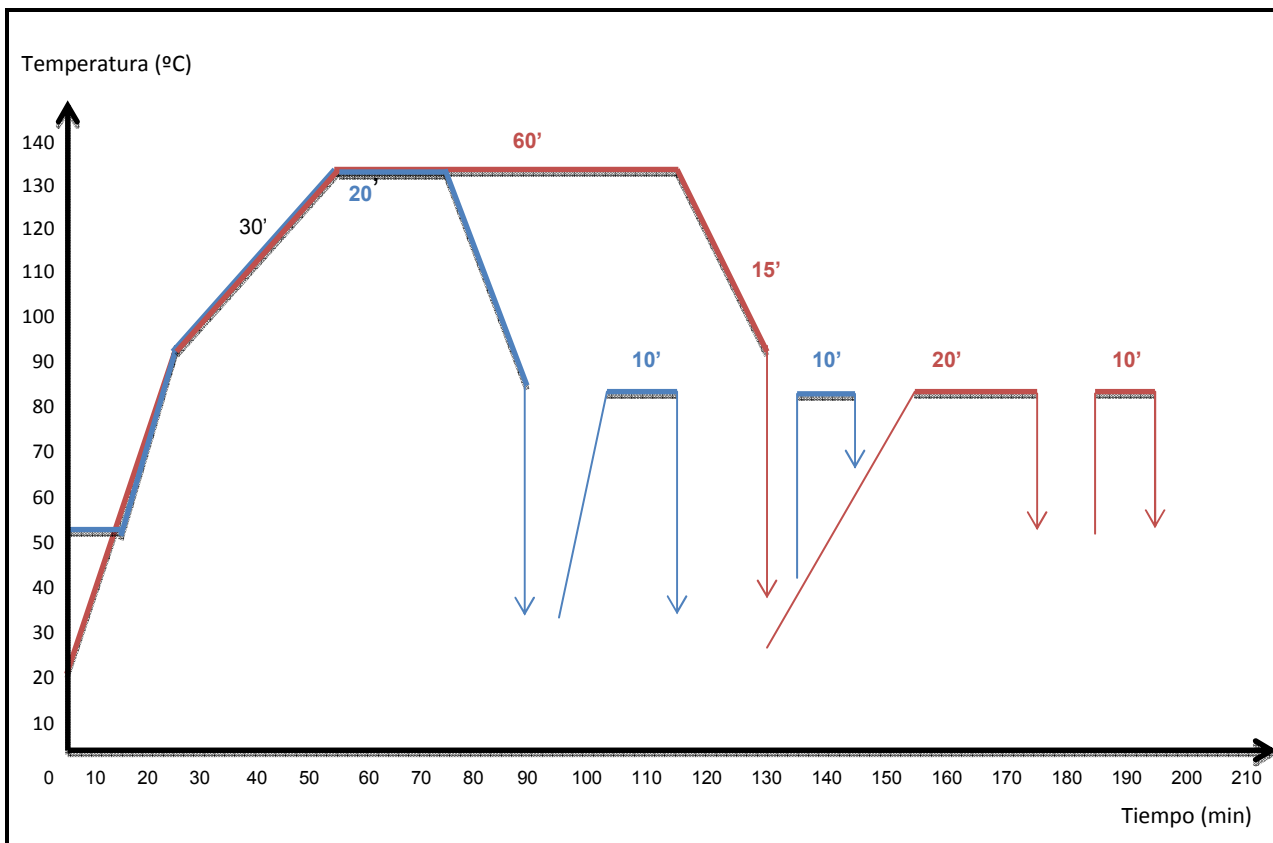
ANTIGUO (2007): 135 minutos = 2h 20 min

OPTIMIZADA (2011): 110 minutos = 1h 50 min

Fuente: Ilustración propia

COMPARACION DE COLORES OSCUROS CON LAVADO REDUCTIVO

Figura 5.6. Comparación de colores oscuros



ANTIGUO (2007): 200 minutos = 3h 20 min

OPTIMIZADA (2011): 140 minutos = 2h 20 min

HISTORIAL DE LOTES PRODUCIDOS

Cuadro 5.1. LOTES MENSUALES ANTES DEL CAMBIO AÑOS 2007

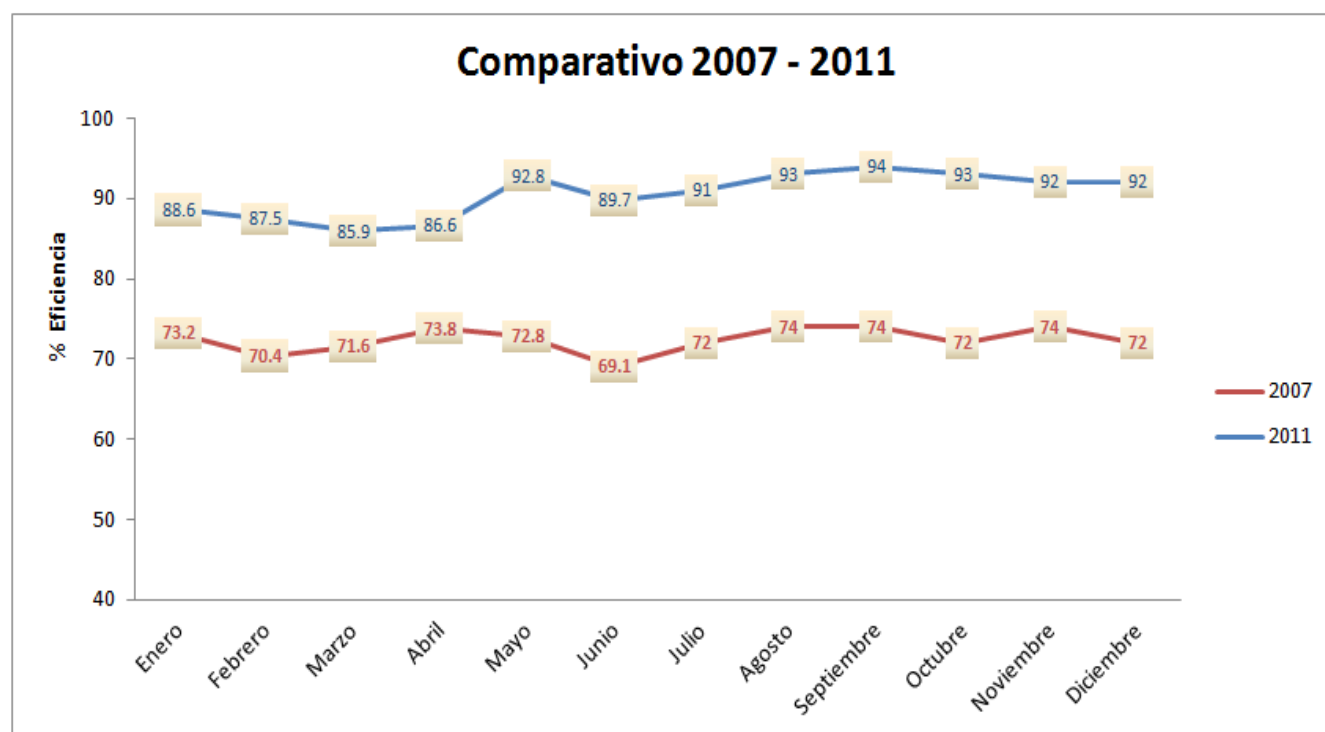
N° lotes %logrados1°	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2007-N°lotes	1881	1923	1900	1750	2002	1800	1500	1600	1580	1620	1750	1720
lograd/proce	73.2	70.4	71.6	73.8	72.8	69.1	72	74	74	72	74	72

Cuadro 5.2. LOTES PROMEDIO MENSUAL DESPUES DEL CAMBIO AÑO 2011

N° lotes %logrados1°	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2011-N°lotes	1557	1752	1984	1751	2094	1877	1481	1620	1674	1832	1940	1900
lograd/proce	88.6	87.5	85.9	86.6	92.8	89.7	91	93	94	93	92	92

Figura 5.7. LOTES PROMEDIO COMPARATIVO 2007 – 2011

Lotes Producidos % Eficiencia		
	2007	2011
Enero	73.2	88.6
Febrero	70.4	87.5
Marzo	71.6	85.9
Abril	73.8	86.6
Mayo	72.8	92.8
Junio	69.1	89.7
Julio	72	91
Agosto	74	93
Septiembre	74	94
Octubre	72	93
Noviembre	74	92
Diciembre	72	92



ANALISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN

Para evaluar el impacto de ahorro de costo se presentan los datos en la tabla siguiente.

Cuadro 5.3. Tabla comparativa 2007 -2011

	Costos de tintura (antes y después del cambio)	2007 \$/Kg	2011 \$/Kg
1	Costo de receta, insumos químicos	0.752	0.693
2	Costo de Mano de Obra	0.034	0.032
3	Costo Gas Natural	0.291	0.277
4	Costo de Energía Eléctrica	0.780	0.690
5	Costo del agua Blanda	0.226	0.186
	COSTO DE TINTURA	2.083	1.878

Fuente: Datos de los años 2007 y 2011 de Textil Amazonas S.A.

De donde se interpreta que en el año 2007, los costos fueron mayores, en las diferentes variables, que se compara, en el costo de tintorería destacando el costo de energía Eléctrica, con el costo de insumos químicos que son los de mayor influencia.

Esta disminución implica un ahorro, de los costos en el proceso de tintura, destacándose los siguientes puntos.

- ✓ Se redujo los costos de insumos químicos, mejorando el rendimiento tintóreo, bajando el costo de receta en 8% debido que al bajar la relación de baño baja el volumen de la solución.
- ✓ Se redujo los costos de energía eléctrica 11% optimizando los tiempos de proceso de tintura.
- ✓ La reducción del costo de Gas Natural en un 4.5% es debido a bajar la solución de baño, este ahorro es producto de eliminar la bomba de presión estática la cual mantenía en la tintura del poliéster 130°C un flujo recirculando. La reducción de costo de gas es por menor volumen de solución para calentar.

- ✓ La reducción del costo de agua blanda en 18%, al disminuir el volumen de la solución.
- ✓ El motivo de que no se analice los datos que corresponden a los años 2008,2009 y 2010 fue que no representaba la realidad en la medida que la crisis internacional nos perjudico al sector textil.
- ✓ El año 2010 fue el año que se normalizo la producción y los cambios se hicieron poco a poco en los meses subsiguientes, permitiendo evaluar los procedimientos y resultados. Se tomo además los datos del año 2007, que a juicio de la empresa, se considera un año de una real producción.

CONCLUSIONES

El impacto de ahorro ,antes de tomar las medidas se refleja en la reducción de los costos que se observan , en los años 2007 al 2011 reduciendo en un 10 % en el costo de tintura.

La reducción de los costos por cantidad de colorante es la disminución del volumen de la solución, ahorrándose en un 8% en insumos químicos.

Se redujo el costo de agua blanda en 18 % a consecuencia de bajar, la relación entre el peso de la fibra y el de la solución en la cual se efectúa la tintura, bajando de una relación de 1:15 a 1:8

Se redujo los costos de energía eléctrica 11% al bajar, los tiempos del proceso de tintura, de donde se expone el aporte mediante un plan de tiempos, reduciendo la curva de tintura del año 2007 de 2hr 20min al año 2011 en 1hr 50min. Fig.5.5

Se hicieron modificaciones, en las maquinas autoclaves y paralelamente haciendo cumplir los procesos y controlando los tiempos muertos. Cuidando el proceso de tintura sin perjudicar los resultados de la tintura se recogieron los datos obtenidos.

Con los cambios realizados se ha aumentado el número de lotes por día, con el mismo número de maquinaria. Los lotes promedio por día en el 2007 eran de 7 lotes y en el 2011 aumento a 10 lotes.

De acuerdo a los datos obtenidos se determinó que es posible ahorrar energía al disminuir el tiempo de tintura, de acuerdo a la compatibilidad de los colorantes, en función de la curva de agotamiento.

En este trabajo se hizo la determinación de las curvas de agotamiento con colorantes dispersos Rapid Dyend, donde permitirá combinarlos de forma adecuada en las tricromías a utilizar. Los colores

desarrollados por medio de las tricromías encontradas tendrán un menor ΔE (diferencia total de color)

El control de los parámetros de teñido así como de materia prima es importante para el éxito de un teñido.

Podemos afirmar que nuestros insumos químicos no son contaminantes, debido que nuestros proveedores son certificados por asociaciones internacionales del campo de la Ecología Textil. Paralelamente, en Textil Amazonas S.A., se cuenta con pozas de retención de sólidos y grasas la cual periódicamente son eliminados y transportados por una empresa prestadora de servicios, también se controla el PH y temperatura de los efluentes.

RECOMENDACIONES

- Llevar un control adecuado de los procesos previos y de tintura que afectan la tintura.
- Revisar toda la formulación y reformular con otros colorantes aquellos tonos que presenten problemas.
- Seleccionar colorantes, que presenten el mismo poder de subida, la compatibilidad de los colorantes son muy importantes.
- Utilizar las tricromías propuestas obtenidas a partir de las curvas de agotamiento en función de tiempo y temperatura, ya que comparadas con la formulación anterior, permiten tener una mejor reproducibilidad.
- Programar periódicamente mantenimiento preventivo a las maquinas.
- Evitar trabajar con maquinas que estén funcionando mal, hasta que sean reparados.
- Tener un adecuado control de PH, temperatura de teñido, para obtener un mejor rendimiento tintóreo.
- Para reducir a un mínimo la contaminación debe prestarse gran atención a la utilización óptima de los productos químicos y colorantes empleados. Los colorantes de dispersión plantean pocos problemas ya que son eliminados durante el lavado reductor que sigue a la tintura.

BIBLIOGRAFIA

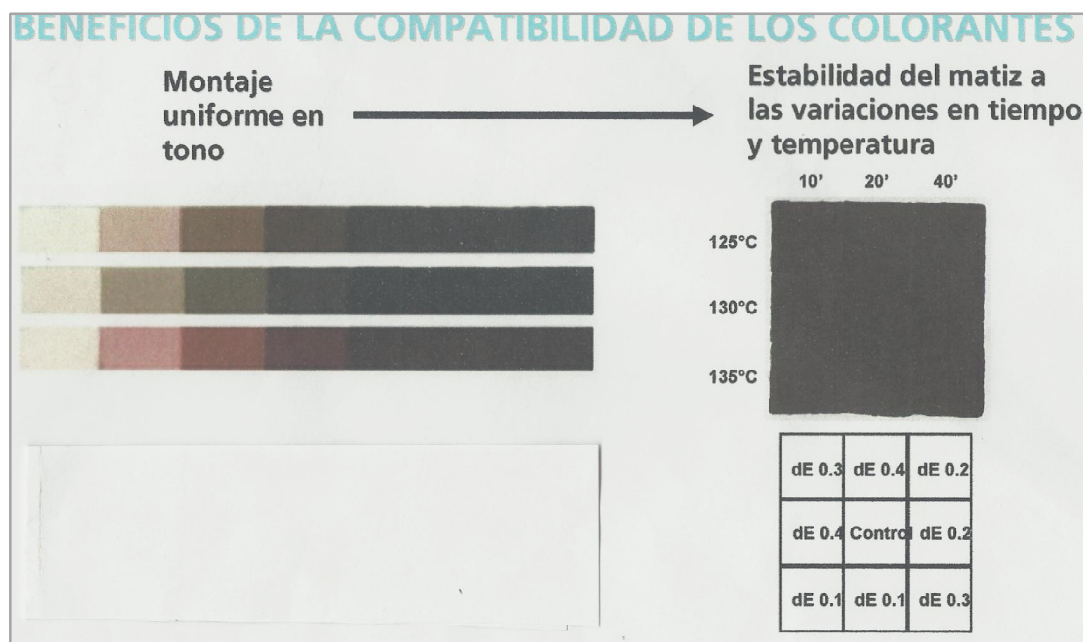
1. BIGORRA Llobet, Pedro. **Tensoactivos y auxiliares en preparación y tintura.**(Asociación Española de Químicos y Coloristas Textiles, 1984) pp.210-226
2. BROWNE, Steven. ***Dyeing & finishing technology.*** (Universidad de Carolina del Norte, 2001) pp 59-63.
3. CEGARRA, Jorge. **Fundamentos científicos y aplicados de la tintura de materiales textiles.** Universidad Politécnica de Barcelona, 1981. pp.146-165
4. COSTA, Mirko. **Las fibras textiles y su tintura.** Químico Textil Vol. II Lima, 1990
5. CRESPO, Rodolfo. **Química de los colorantes.** (4ta.Edición; Colombia: Editorial Universitaria, 1999) pp. 387-402.
6. FERNÁNDEZ, María. **Optimización del teñido reactivo en prendas de algodón y su acabado con aplicación de ozono en una industria textil.** - Trabajo monográfico - Lima, 2009
7. HOLLEN, Norma. **Manual de los textiles.** (Volumen I) Santo Domingo. Editorial Limusa, 1990. pp 300.
8. KENT, James. **Química industrial.** (2a. Edición; México: Editorial Continental, 1994) pp 712-738.
9. MARTÍNEZ, Pablo. **Química y física de las fibras textiles.** (3era. Edición; México: Editorial Mexicana, 1988) pp. 34-46.
10. BASF. **Tintura de acabados de fibras de poliéster solas o en mezclas con otras fibras.** 2000 pp. 250.
11. Mundo Textil Edición 115 Febrero 2012. **Las fibras textiles.** Asociación Peruana De Técnicos Textiles.
12. Química Textil. Vol.II: **Las fibras textiles y su tintura.** CONCITEX Lima, Perú.
13. Simplicol Ltda. **Nociones de colorimetría.** (España, 1997) pp. 715-ss
14. **Características importantes de los tejidos de poliéster y mezclados.** *Instituto Técnico Español Textil.* Colombia, 1996. pp 235.

15. **Colorantes dispersos comercializados**, por *Sociedad Química Mercantil Revista*
16. **El proceso textil, las fibras y sus tejidos, generalidades sobre el tejido de punto**. *Compañía Colombiana de Tejidos*. Medellín, Colombia 1996.pp. 560.

ANEXOS

ANEXO 1

Figura 1A. Compatibilidad de los colorantes



	1	2	3
Amarillo Bte Foron RDE	1.00%	0.77%	0.34%
Ruby Forón RDGLF 200%	0.21%	0.08%	0.71%
Azul Mno Forón RDGLS	0.30%	0.60%	0.13%

ANEXO 2

PRUEBAS EN LABORATORIO

Cuadro 2A. **Formulación para Análisis de Compatibilidad de los colorantes variando tiempos**

número de muestra	6	7	8	9	10	11
Amarillo Bte forón RDE	0015	0015	0015	0200	0200	0200
Rojo forón RDE	0010	0010	0010	0176	0176	0176
Azul forón RDS	0023	0023	0023	0430	0430	0.430
Ácido acético	1					
Permulsín DNMS	1					
Permulsín EFP	0.5					
Temperatura (°C)	130	130	130	130	130	130
Tiempo (min)	10	20	30	10	20	30

Muestras:

Figura 2A. **Muestras de Análisis de Compatibilidad 6 al 10**



ANALISIS DE COMPATIBILIDAD

Cuadro 2B Formulación para Análisis de Compatibilidad de los colorantes variando tiempos

Productos	Muestra 6	Muestra 7	Muestra 8	Muestra 9	Muestra 10	Muestra 11
Amarillo brillante forón RDE	0.015%	0.015%	0.015%	0.200%	0.200%	0.200%
Rojo Foron RDE	0.010%	0.010%	0.010%	0.180%	0.180%	0.180%
Azul Foron RDE	0.023%	0.023%	0.023%	0.430%	0.430%	0.430%
Ac. Acético	1 g/L	1 g/L	1 g/L	1 g/L	1 g/L	1 g/L
Permulin DNMS	1 g/L	1 g/L	1 g/L	1 g/L	1 g/L	1 g/L
Permulin FPE	0.5g/L	0.5g/L	0.5g/L	0.5g/L	0.5g/L	0.5g/L
Cerofil 8912	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Fosfato Trisódico	0.5g/L	0.5g/L	0.5g/L	0.5g/L	0.5g/L	0.5g/L
Temperatura	130°C	130°C	130°C	130°C	130°C	130°C
Tiempo min.	10	20	30	10	20	30

Cuadro 2C. **Análisis de Compatibilidad de los colorantes variando Tiempos**

	L	a	b	c	h	ΔL	Δa	Δb	Δc	ΔH	ΔE
Muestra 6	55.01	0.84	0.82	1.18	44.29	0.52	0.31	-0.17	0.95	-7.43	0.1977
Muestra 7	54.49	0.53	0.99	1.13	51.72	control	control	control	control	control	control
Muestra 8	53.48	1.25	0.63	1.40	26.92	-1.01	0.72	-0.36	0.27	-24.8	0.834
Muestra 9	37.45	1.39	-3.46	3.73	291.86	0.63	0.48	0.07	0.22	6.88	0.316
Muestra 10	36.82	0.91	-3.39	3.51	284.98	control	control	control	control	control	control
Muestra 11	35.92	1.15	-3.37	3.57	288.85	-0.90	0.24	0.02	0.06	3.87	0.434

L = Luminosidad

a = espacio correspondiente al eje positivo(rojo) y el negativo (verde)

b = espacio correspondiente al eje positivo(amarillo) y el negativo(azul)

ΔE = diferencia de color

ANEXO 3

PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD PARA LOS PRODUCTOS QUIMICOS Y AUXILIARES.

Pruebas De Control De Calidad Frecuentes. Rangos Aceptados

3A. Productos Auxiliares

Productos	Lote
Acido Acético	106-11
Permulsin DNMS	108-10
Permulsin FBE	100-10
Cerofil 8912	092-90
Fosfato Trisódico	102060

Pruebas	Método
Aspecto	Visual
P H	Medidor de PH
Densidad	Densímetro

	Aspecto		PH	Densidad (kg/lit) (20-25°C)	
Productos Químicos	Viscosidad	Color	1%	5 %	10 %
Acido Acético	Fluido	Transparente	4	1.01	1.025
Fosfato Trisódico	Polvo	Blanco		1	1

Colores oscuros –lavado reductivo.

Soda Caustica	Fluido	Transparente	13.6		
Hidrosulfito de Sodio	Polvo	Blanco	6.8		

Productos	ASPECTO		PH		DENSIDAD
	Viscosidad	color	10gr/lit	5gr//lit	(Kg/lit)25°C
Permulsin DNMS	Fluido liquido	Pardo		7.5	0.95
Permulsin FPE	Fluido liquido	Pardo			1.0
Cerofil 8912	Liquido	Blanquecino lechoso	5		0.95

GLOSARIO

Absorción	Penetración de una sustancia en otra, generalmente gas o vapor en un líquido dando lugar a una disolución.
Auxiliares de tintura	Sustancias que se agregan al baño de tintura para mejorarla. Pueden ser necesarias para transferir el colorante del baño a la fibra o pueden mejorar la igualación, dispersión, penetración, etc. También llamados asistentes de tintura.
Baño residual	Cantidad de colorante que no sube del baño de tintura al material textil después de finalizar el proceso de tintura por agotamiento.
Baño de tintura	Es la cantidad de agua con auxiliares de tintura y colorantes utilizados durante el proceso de tintura.
Barrado	Defecto de la tela causado en hilatura, cuya característica es una franja horizontal.
Carrier (vehículo)	Auxiliar de tintura, utilizado para aumentar la velocidad de difusión de los colorantes, el rendimiento tintóreo y mejorar la migración, de acuerdo con la temperatura y dosificación.
Colorante	Sustancia que imparte color al material textil por absorción en la fibra. Los colorantes difieren en su resistencia a la luz, sudor, lavado, álcalis, bases. Su afinidad por las diferentes fibras, su reacción a los agentes y métodos de lavado, su solubilidad y métodos de aplicación.
Colorante disperso	Es un tipo de colorante poco soluble en agua, se utiliza para teñir fibras sintéticas.
Compensación migratoria	Bajo la capacidad de compensación migratoria se entiende la aptitud que posee el colorante para igualar las diferencias de concentración que se produzcan en el sustrato textil durante un tratamiento a temperatura elevada.
Cromaticidad	Es la calidad del color expresada como una función de la longitud de onda y la pureza.

Difusión	Movimiento de moléculas o de iones más o menos gradual a través de una solución o fibra como resultado de la existencia de un gradiente de concentración, o fuerzas de atracción y repulsión.
Dispersión	Sistema de partículas finamente divididas y el medio en que están distribuidas. Separación de la luz en colores por refracción o difracción. Estimación cualitativa de la separación y distribución uniforme de fibras en el líquido durante la producción de una tela no tejida, en medio acuoso.
Espectrofotómetro	Equipo que sirve para evaluar, y dar lectura a tonos, midiendo la cantidad de luz absorbida en el color de la fibra, nivel de tolerancia y matiz de tonalidad.
Fijación	Proceso que desarrolla el colorante después de la tintura o el estampado, generalmente por tratamiento térmico.
Igualación	Migración que lleva a una distribución uniforme del colorante en un material teñido. Esta propiedad puede estar relacionada con el colorante o puede necesitar la ayuda de un auxiliar.
Intensidad	Brillo o fuerza de un color.
Matiz	Es la característica que permite distinguir variaciones del tono dentro de un mismo color. Ejemplo: amarillo-rojizo, amarillo-verdoso.
Relación de baño	Es la cantidad de agua con auxiliares de tintura y colorantes utilizada por kilogramo de tela.
Reproducibilidad	Obtener el mismo resultado en un proceso
Solidez	Resistencia al debilitamiento; propiedad de un colorante para retener su color cuando el material teñido o estampado se expone a condiciones tales como luz, sudor, gases atmosféricos, o agentes de lavado que pueden removerlo o destruirlo. Un colorante puede ser razonablemente sólido a un agente y solamente moderado a otro. El grado de solidez de un color se mide por medio del procedimiento estándar (AATCC, ISO, ASTM). Los materiales textiles

deben satisfacer especificaciones de solidez adecuadas para un determinado uso.

Subida de colorante	Penetración del colorante en la fibra textil.
Substantividad	Afinidad que presenta el colorante por la fibra.
Termomigración	Consiste en el paso del colorante de una fibra a otra a una temperatura elevada, puede ocurrir en un medio líquido.
Tintura por agotamiento	Proceso en el cual el colorante pasa del baño de tintura a la fibra. Las condiciones de tintura favorecen el relajamiento de la estructura interna de la fibra que facilita la absorción del colorante.
Tiempo de fijación	Por tiempo de fijación mínimo se entiende la duración más corta a una temperatura determinada, después de la cual la tonalidad de la tintura no se modifica.
Tricromía	Se define como tricromía al desarrollo de un color mediante la combinación de tres colorantes fundamentales.